

DOI: 10.25702/KSC.2588-0039.2019.42.234-237

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НАД КОЛЬСКИМ ЗАЛИВОМ В МУРМАНСКЕ

М.О. Кузнецова¹, Б.В. Козелов², В.И. Демин²

¹Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия,
e-mail: Marina.free1@yandex.ru

²ФГБНУ «Полярный геофизический институт», г. Апатиты, Россия,
e-mails: boris.kozelov@gmail.com, demin@pgia.ru

Аннотация. Проведены измерения температуры воздуха над Кольским заливом в Мурманске. С сентября по март поверхность воды в незамерзающем заливе теплее воздуха. Воздушные массы над заливом нагреваются. Среднее повышение температуры воздуха на уровне моста через Кольский залив 0.4°C. Максимальный нагрев составил 1.4°C при разности температур между водной поверхностью и воздухом 20°C.

Введение

Многочисленные полевые исследования, проведенные в разных природных зонах, показывают, что на границах контрастных по микроклимату участков градиент температуры может на порядок превышать характерный широтный и высотный градиенты [1]. Сильные микроклиматические вариации, возникающие из-за неоднородной подстилающей поверхности или сложного рельефа, ограничивают использование метеорологических наблюдений на гидрометеорологических станциях для оценки гидрометеорологических условий окружающей территории.

К числу важных факторов, формирующих микроклиматические неоднородности в г. Мурманске, следует отнести Кольский залив (рис. 1).



Рисунок 1. Мост через Кольский залив в Мурманске (вид с западного берега), фото. А. Мкртчяна.

На рис. 2 представлен годовой ход температуры воздуха на гидрометеорологической станции (ГМС) «Мурманск», расположенной примерно в 500 м от Кольского залива и температура воды в заливе в районе Мурманска. В период октябрь–апрель вода в Кольском заливе заметно теплее воздуха. По данным инфракрасных снимков со спутников разность температуры водной поверхности в заливе и прилегающих участков суши может превышать 20°C. Кольский залив сохраняет зимой высокую температуру и практически не замерзает даже при сильных морозах за счет водообмена с Баренцевым морем. В отдельные холодные зимы южное и среднее колено Кольского залива покрывается льдом толщиной до 30 см. Однако даже подо льдом крупные водоемы «работают» как огромные резервуары тепла.

Влияние арктических морей на поле минимальной температуры воздуха зимой

можно оценить по рис. 3. На побережьях минимальная температура зимой на 9–11°C выше по сравнению с участками, удаленным на 20–30 км от берега. Однако надо иметь в виду, что представленные на рис.2 зависимости получены для относительно ровных и плоских берегов на границе суша и моря. В случае Мурманска мы имеем глубокий, но достаточно узкий залив. В этом плане его можно сравнить с крупной рекой, воздействие которых на термический режим прибрежных территорий меньше, чем показано на рис. 3. В то же время в заливе нет топографических препятствий для обмена водными массами с теплыми водами континентального шельфа, благодаря чему существует постоянный приток тепла [3].

В мае-августе температура воды ниже, чем температура воздуха и воздушная масса над заливом должна охлаждаться. Однако термический контраст между водой и сушей в это время года достаточно слабый и охлаждающий эффект должен быть меньше по абсолютной величине, чем зимой.

Целью данной работы является оценка влияния Кольского залива на термический режим прибрежных территорий города. Несмотря на то, что микроклимат отдельных районов города был рассмотрен в работе [4], вопрос количественной оценки влияния залива остается открытым. Теоретически механизм трансформации воздушной массы при переходе на поверхность с другими теплофизическими свойствами довольно хорошо изучен (см., например, [5]). Однако на практике провести численные расчеты пока не представляется возможным, так как требуется целый комплекс градиентных наблюдений за термодинамическими характеристиками воздуха над сушей и заливом.

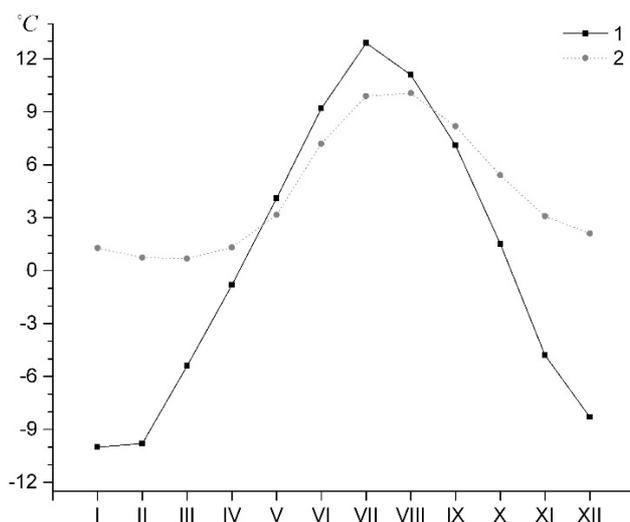


Рисунок 2. Годовой ход температуры воздуха (1) и температуры воды (2) в Мурманске (данные ВНИИГМИ-МЦД).

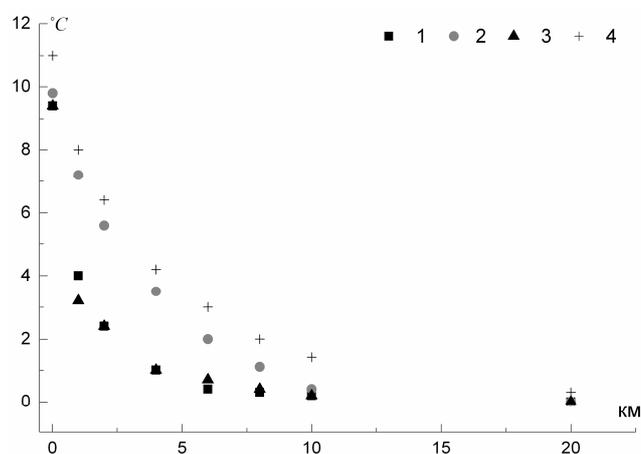


Рисунок 3. Повышение минимальной температуры воздуха по сравнению с участками, находящимися от моря на расстояние 30 км (построен по данным [4]): 1 – Баренцево море (южное побережье), 2 – Баренцево море (северное побережье Кольского п-ова), 3 – Белое море, 4 – Море Лаптевых.

Техника измерений и использованные данные

Влияние залива на термический режим прибрежных территорий нагляднее всего оценить по изменениям температуры вдоль прямой примерно перпендикулярной береговой линии. В г. Мурманске такие измерения получить невозможно из-за искажающего влияния холмистого рельефа на горизонтальное распределение температуры. По этой причине все внимание в работе было сосредоточено на многократных измерениях температуры воздуха на мосту через Кольский залив. Высота моста над поверхностью воды примерно 25 м и не остается постоянной, но ее изменения не учитывались, так как задачей было обнаружение факта тепловой

аномалии над акваторией залива и примерная оценка ее интенсивности для планирования последующих экспериментов.

Работы проводились в сентябре 2018 г. – феврале 2019 г. при температуре воздуха от +4 до -20°C. Для измерений выбирались периоды с достаточно слабым ветром (не более 3-5 м/с), отсутствием осадков и облачности – в этих условиях в наибольшей степени проявляются микроклиматические различия. В качестве регистратора использовался прибор, собранный в Полярном геофизическом институте, в состав которого входит цифровой термодатчик DS18S20 и GPS- приемник. Датчик температуры монтировался на автомобиль. Для исключения влияния солнечной радиации все измерения проводились в темное время суток. Кроме того, при движении автомобиля датчик непрерывно обдувается воздушным потоком со скоростью более 10 м/с, что практически исключает появление радиационной погрешности. Примерно каждые 7-8 секунд температура воздуха и координаты одновременно записывались в память прибора.

Результаты и обсуждение

Распределение аномалий температуры воздуха на Кольском мосту в виде отклонений от средних значений в период производства измерений представлено на рис. 4. Качественно картина соответствует ожидаемому эффекту влияния залива на температуру воздуха. Обнаруживается некоторое повышение температуры воздуха к восточному берегу, что, по всей видимости, объясняется преимущественно западным переносом воздуха (максимальный отепляющий эффект в этом случае должен наблюдаться на восточном берегу Кольского залива). Но нельзя исключить, что часть этого эффекта вызвана особенностями рельефа на западном берегу залива в районе расположения моста, которое способствует накоплению там холодного воздуха. Вместе с тем, отепляющее влияние Кольского залива оказалось меньше, чем можно было ожидать, основываясь на характерных разностях температуры воздуха и воды в это время года: в среднем воздух после прохождения над заливом шириной около 1 км на высоте моста становится теплее примерно на 0.4°C.

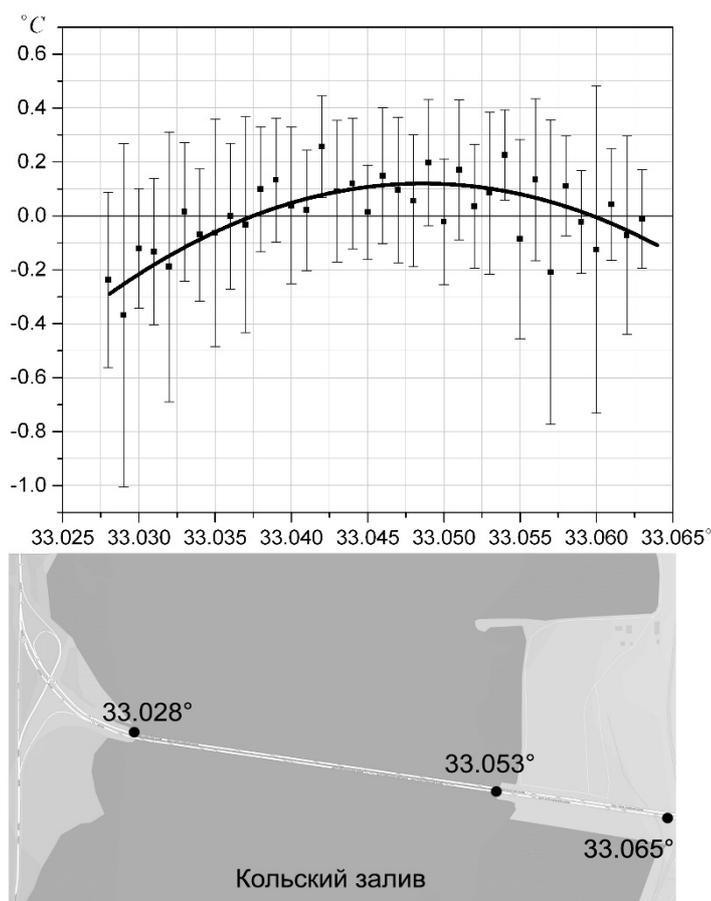


Рисунок 4. Вверху: средние аномалии температуры воздуха вдоль Кольского моста и их среднеквадратичное отклонение (по оси абсцисс – долгота (в.д); внизу – положение моста с отметками долгот.

Для иллюстрации на рис. 5 показан маршрут движения автомобиля с датчиком температуры и изменения температуры воздуха вдоль маршрута 6 февраля 2019 г. Температура воздуха в городе в это время была около -20°C . Примерно такую температуру имел и воздух, натекающий на Кольский залив с суши, т.е. наблюдался сильный контраст между температурой воды в заливе и температурой воздуха. Максимальная аномалия на уровне моста была около 1.5°C (рис. 5). Так как ветер был южного направления, в наибольшей степени она проявилась над серединой залива.

Отсутствие выраженного тепляющего влияния залива может быть вызвано тем, что метеорологические условия в районе Мурманске в целом неблагоприятны для возникновения крупных микроклиматических неоднородностей в поле температуры воздуха. Так, например, сильные ветра создают интенсивное турбулентное перемешивание, способствующее быстрому выносу тепла от приземного слоя воздуха как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, вследствие чего повышение температуры воздуха в слое воздуха прилегающего к акватории залива незначительное. Сказалась, по всей видимости, и значительная высота моста: трансформационные изменения уменьшаются с высотой. Еще одним фактором может быть малая ширина залива (1-1.5 км): время нахождения воздушной массы над относительно теплым заливом даже при слабом ветре часто ограничивается минутами.

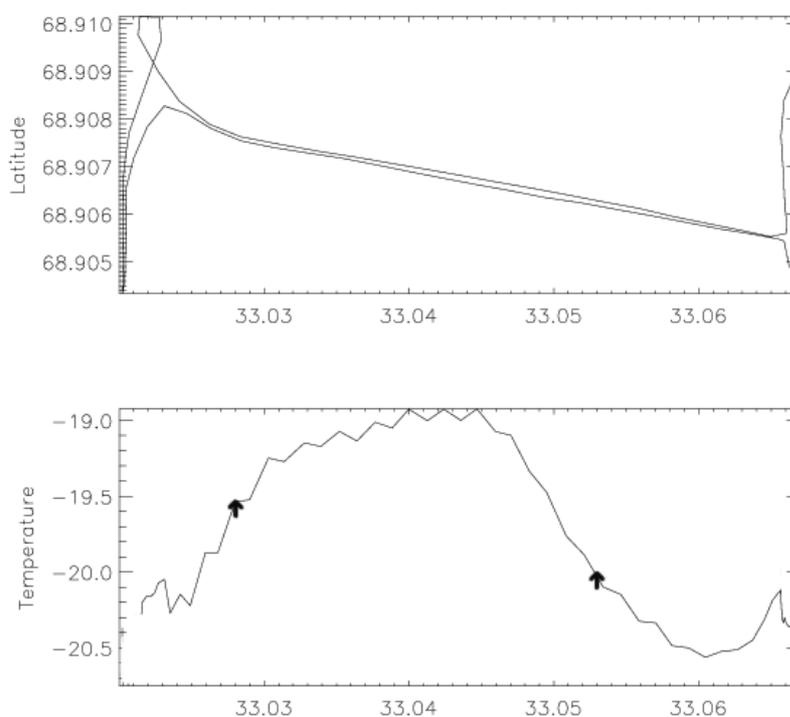


Рисунок 5. Схемы движения автомобиля (широта, долгота) и температура воздуха вдоль маршрута ($^{\circ}\text{C}$) 06.02.2019 г.; нахождение над заливом отмечено стрелочками.

Заключение

В сентябре 2018 г. – феврале 2019 г. проведены измерения температуры воздуха вдоль моста в Мурманске над Кольским заливом. Несмотря на более высокую в это время года температуру воды в заливе по сравнению с температурой воздуха хорошо выраженной положительной аномалии на уровне моста не было обнаружено. Средний тепляющий эффект оставил всего 0.4°C . Термический режим воздуха над Кольским заливом, за исключением, возможно, непосредственно приземного слоя может быть достаточно надежно описан данными, полученными на прибрежных метеорологических станциях (речь не идет о явлениях типа тумана испарения и т.п.).

Литература

1. Гольцберг И.А. Микроклимат СССР. – Л.: Гидрометеиздат. 1967. 282 с.
2. Мищенко З.А. Биоклимат дня и ночи. – Л.: Гидрометеиздат. 1984. 280 с.
3. Кольский залив. Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. Отв. редактор Г.Г. Матишов; ММБИ. – М.: Наука. 2009. 381с.
4. Яковлев Б.Я. Климат Мурманска. – Мурманск: Мурманское кн. изд-во. 1961. 180 с.
5. Динамическая метеорология. Под ред. Д. Л. Лайхтмана. – Л.: Гидрометеиздат. 1976. 608 с.