

УДК 551.510

**ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ НА СТАНЦИИ АКАДЕМИК ВЕРНАДСКИЙ В
2011 г. И ОЖИДАЕМОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В
ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2011-2012 гг. ПО ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ
НАБЛЮДЕНИЯМ 2011 г.**

В.Ф. Мартазинова, В.Е. Тимофеев, Е.К. Иванова

*Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт МЧС и НАН
Украины, Киев, проспект Науки, 37, vazira @ gmail.com*

Реферат. Представлено описание погодного режима 2011 г. по месяцам в сравнении со стандартной климатической нормой и современными условиями. Зима этого года в целом оказалась холоднее предыдущих зим периода 1996–2010 гг. и характеризовалась резкой неустойчивостью средней суточной температуры. Более детально описаны отдельные периоды: устойчивой погоды в январе, ниже нормы температуры в апреле, с максимумом количества осадков в феврале, мае и октябре, проанализированы условия циркуляции атмосферы. Оценено ожидаемое состояние температурного режима в летний период 2011-2012 гг.: начало летнего сезона на станции Академик Вернадский прогнозируется относительно холодным. Приведены результаты сравнения данных установленного в сезоне 2011 г. мобильного метеорологического измерительного комплекса «Тропосфера» с данными существующих систем измерений. Получены выводы о наличии систематических отклонений, которые могут быть учтены при формировании оперативных и климатических сводок. Введение метеоконтекста позволило поддерживать регулярное выполнение стандартных синоптических сроков и передачу данных в Мировой центр данных, согласно требованиям ВМО и национальной Гидрометслужбы.

Ключевые слова: режим погоды, температуры воздуха, потепление, атмосферная циркуляция, прогноз погоды.

Погодні умови на станції Академік Вернадський у 2011 р. і очікуваний стан температурного режиму в літній період 2011-2012 рр. за інструментальними спостереженнями 2011 р. Мартазінова В.Ф., Тимофеев В.Е., Иванова О.К.

Реферат. Представлено аналіз погодного режиму 2011 р. по місяцях порівняно зі стандартною кліматичною нормою та сучасними умовами. Зима цього року в цілому виявилась холоднішою від попередніх зим періоду 1996–2010 рр. і відзначалася різкою нестійкістю середньої добової температури. Більш детально описано окремі періоди: стійкої погоди в січні, нижче температурної норми у квітні, з максимумом опадів у лютому–травні, проаналізовано умови циркуляції атмосфери. Оцінено очікуваний стан температурного режиму в літній період 2011-2012 рр.: початок літнього сезону на станції Академік Вернадський прогнозується відносно холодним. Наведено результати порівняння даних встановленого в сезоні 2011 р. мобільного метеорологічного вимірювального комплексу «Тропосфера» з даними існуючих систем вимірювань. Отримано висновки про наявність систематичних помилок, які можуть бути враховані при формуванні оперативних і кліматичних зведень. Введення метеоконтекста дозволило підтримати регулярне виконання стандартних синоптичних термінів і передачу даних у Світовий центр даних, а також практично безперервну реєстрацію метеорологічних величин згідно з вимогами ВМО і національної Гідрометеослужби.

Ключові слова: режим погоди, температури повітря, потепління, атмосферна циркуляція, прогноз погоди.

Weather conditions at Vernadsky Station in 2011 and expected temperature regime in the summer of 2011-2012 on the basis of instrumental observations of 2011. V.F. Martazinova, V.E. Tymofeyev, E.K. Ivanova

Abstract. The description of weather patterns in 2011 compared to the standard climatic norm and contemporary conditions. The 2011 winter has been colder than previous winters during 1996-2010, and

characterized by strong oscillations in daily temperature range. A more detailed description of individual periods with settled weather in January, colder weather in April, significant precipitation in February, May and October, as well as conditions in the atmospheric circulation are described. Expected state of the temperature regime in the summer of 2011–2012 is estimated: beginning of the summer season at Academic Vernadsky is projected as a relatively cool.

The results of the comparison of data of Troposphere Mobile Meteorological Measuring Complex installed in the 2011 season show some systematic errors which can be taken into account when making climate and operational reports. Introduction of the new Meteorological station allowed maintaining regular performance of standard synoptic routine and data transfer to World Data Center, as well as near-real time records of weather according to WMO and the National Hydrometeorological Service requirements.

Keywords: weather regime, air temperature, warming, atmospheric circulation, weather forecast, meteorological measurements

1. Введение

За периодом потепления в нижней тропосфере в конце XX века последовало десятилетие практически стабильной средней годовой температуры, хотя она остается выше средней климатической нормы 1961–1990 гг. (Мартазинова и др., 2010, Turner et al, 2009, Груза и др., 2007). Потепление отмечено практически во все сезоны, однако наибольшее влияние на окружающую среду, прежде всего оледенение и морской лед, имеет возрастание температуры воздуха в летние месяцы (декабрь–февраль), в связи с ростом количества дней с положительной температурой воздуха (Грищенко и др., 2005, Ingolfsson et al., 2002).

Как известно, возрастание температуры воздуха регистрируется также и по данным станции Академик Вернадский. Станция расположена в районе с неоднородной орографией и выраженным влиянием моря, с одной стороны, и морского льда и оледенения, с другой (Грищенко и др., 2005, Ingolfsson et al., 2002). Кроме того, близость горной системы приводит к значительной вероятности формирования местных циркуляций, с резкими колебаниями температуры и относительной влажности воздуха, скорости ветра (Тимофеев и др., 1996). Возникает требование высокой точности и детальной временной дискретности при измерении метеорологических величин. Наличие станции Вернадский в списке базовых климатических станций ВМО, сводки с которой регулярно уходят в мировые центры данных, обязывает поддерживать системы измерений на должном уровне для обеспечения качества проводимых измерений и наблюдений. Это в свою очередь позволит верно интерпретировать изменения основных метеорологических величин, в том числе и в многолетнем плане.

Автоматическая система метеорологических измерений в том виде, в каком она используется на станции Академик Вернадский до настоящего времени, была введена в 1983 г. и в 1996 г. передана украинской стороне. В целом система функционировала удовлетворительно, однако по ряду величин стали накапливаться ошибки. Это касается относительной влажности воздуха, скорости и направления ветра, а также составляющих солнечной радиации и продолжительности солнечного сияния (датчики прекратили работу с 2006–07 гг.).

В целях совершенствования системы метеорологических измерений в летнем сезоне 2011 г. установлен мобильный метеорологический комплекс (ММК) «Тропосфера», разработчик – научно-технический производственный кооператив «Добрый шлях». Кооператив является поставщиком метеорологического оборудования для национальной метеорологической службы, ММК «Тропосфера» зарегистрирован в Госреестре средств измерительной техники, N У2383-08, от 10.11.2008 г.

Большим достоинством является также то, что ММК «Тропосфера» – отечественный комплекс, для которого предусмотрена возможность своевременного проведения поверочных мероприятий, а также совершенствования программного обеспечения при необходимости. Немаловажно, что программное обеспечение АМС-Метео (автор – Орнатский И.А., УкрНИГМИ) имеет интерфейс на родном языке (до 2011 г. на станции Вернадский использовался интерфейс на английском). На момент выхода статьи комплекс

успешно эксплуатируется повсеместно на метеостанциях Украины, в условиях разной орографии и климатических особенностей (станции Борисполь, Одесса, Ай-Петри, вертолетные площадки, платформы в Черном море).

Таким образом, целью работы являются анализ текущего погодного режима по сравнению с климатическими условиями прошлых лет, составление сезонного прогноза на предстоящее лето, а также результаты сравнения данных нового ММК «Тропосфера» с данными MAWS (Modular Automatic Weather Station), введенной Британской антарктической службой, а также с данными стандартных термометров, в течение первого года работы.

2. Средние месячные характеристики температуры воздуха и осадков периода январь-октябрь 2011 г.

Погодные условия периода января–октября 2011 г. на станции Академик Вернадский в данной работе анализируются по инструментальным наблюдениям температуры и относительной влажности воздуха, атмосферного давления, осадков, скорости и направления ветра, в стандартные сроки, а также полученные из них средние месячные величины.

Остановимся более подробно на каждой метеорологической величине и выделим периоды аномальных погодных условий. На рис. 1 представлены графики средней месячной температуры воздуха в январе–октябре 2011 г., а также средняя многолетняя температура воздуха за все месяцы за период 1951–2010 гг. и в течение 15 лет 1996–2010 гг. (Рис. 1, 3, 5, 12–15 см. на цветной вклейке между 328 и 329 стр.).

Как видно из графиков, средняя температура воздуха за 1996–2010 гг. выше средней температуры воздуха за 1951–2010 гг. во все рассматриваемые месяцы, наибольшее превышение отмечается в зимний период, около 2.5 °С. Средняя месячная температура воздуха января–октября 2011 г. по отношению к периоду 1951–2010 гг. была в пределах и выше средних многолетних значений 1951–2010 гг., при этом положительная аномалия средней месячной температуры воздуха фиксировалась во все месяцы, кроме апреля (–0.3 °С). Наибольшая аномалия средней месячной температуры воздуха отмечена в мае 1.9 °С. Средняя месячная температура воздуха в зимний сезон 2011 г. не достигала значений температуры холодных зим 1951–2010 гг.

Однако если сравнить среднюю месячную температуру воздуха января–октября 2011 г. со средней месячной температурой в эти же месяцы последних 15 лет (1996–2010 гг.), то видно, что температура отмечалась в пределах и ниже средней температуры за 1996–2010 гг. В апреле и июне аномалия средней месячной температуры воздуха составила –1.3 и –1.1 °С, соответственно в июле –2.4, в августе –1.9 °С, в сентябре –1.4 °С. Зимний период 2011 г. был холоднее, чем большинство зим за период 1996–2010 гг. В июне средняя месячная температура воздуха составила –5.4 °С, ниже этого значения фиксировались температуры только в 2002 г. (–9.3 °С) и 2005 г. (–7.3 °С). В июле средняя месячная температура воздуха была –7.9 °С, а ниже отмечалась только в 1997 г. (–8.5 °С). В августе средняя месячная температура воздуха составила –8.1 °С, а более холодным был 1999 г. (–9.2 °С). Сентябрь был достаточно холодным, но рекордных значений средняя месячная температура воздуха не достигла. Если сравнить температурный режим зимних периодов 2011 и 2010 годов, то зима 2011 г. была в среднем на 3 °С холоднее, чем в предыдущем году.

На рис. 2 представлена месячная сумма осадков на станции Академик Вернадский в 2011 г. Месячное количество осадков в январе, марте, апреле, июне, июле отмечалось меньше средних многолетних значений (менее 80% от нормы), в августе и сентябре – в пределах средних многолетних значений (80–120%), в феврале и мае – больше средних многолетних значений (более 120%). При этом в феврале и октябре выпало свыше двух месячных норм, а в мае свыше трех месячных норм осадков. В апреле выпало около половины месячной нормы осадков (в качестве нормы использовались средние многолетние значения количества осадков за период 1997–2010 гг.).

В феврале месячная сумма осадков составила 114,9 мм, такая же месячная сумма осадков отмечалась лишь в 1998 г. – 115 мм, в мае и октябре 2011 г. выпало рекордное количество осадков – 110 мм и 96 мм соответственно. Апрель 2011 г. был вторым по дефициту осадков (21.4 мм) после 2007 г. (20.8 мм). По сравнению с предыдущим, 2010 г., в феврале и мае 2011 г. осадков выпало значительно больше, чем в 2010 г., разница составила более 55 мм, в октябре 13.7 мм. В апреле, июне и июле 2011 г. осадков выпало меньше по сравнению с 2010 г., а разница составила от 20 до 55 мм.

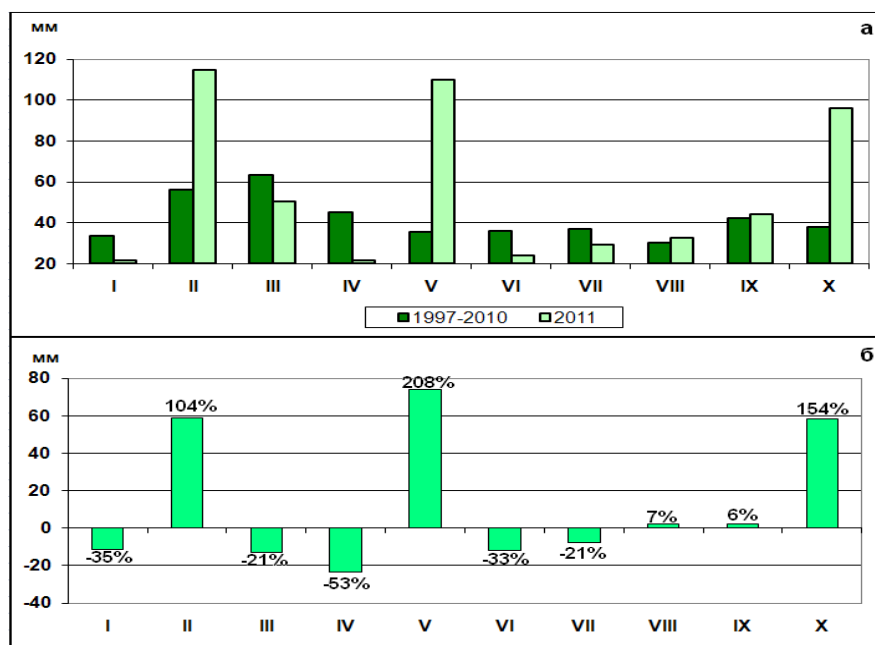


Рис. 2. Месячная сумма осадков (а), отклонение месячной суммы атмосферных осадков в мм и процентах (б) 2011 г. от средних многолетних значений на станции Академик Вернадский (1997–2010 гг.)

Таким образом, в феврале и мае 2011 г. отмечались аномальные погодные условия, с превышением суммы осадков среднего многолетнего значения в 2 и 3 раза соответственно, хотя средняя месячная температура воздуха была в пределах средних многолетних значений 1996–2010 гг. В апреле средняя месячная температура воздуха была ниже средних многолетних значений с аномалией $-1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и отмечался дефицит осадков, месячная сумма составила около половины месячной нормы осадков.

Для выяснения причин формирования экстремальных осадков построены карты средней месячной аномалии геопотенциала на уровне 1000 гПа (источник – реанализ NCEP/NCAR, США, шаг сетки 2.5°) для февраля, мая, апреля и октября 2011 г. (рис.3). В феврале, мае и октябре 2011 г. западный сектор Антарктики и Антарктический полуостров находились под влиянием области низкого давления (на рис. 3 обозначена сине-фиолетовыми тонами), в которой на район станции Академик Вернадский осуществлялась адвекция теплого влажного воздуха (северо-западный перенос). В апреле – месяце с дефицитом осадков – в западном секторе Антарктики доминирует область повышенного давления, а севернее полуострова – пониженного, что в результате создает юго-восточный перенос более прохладного воздуха, влагосодержание которого понижается из-за переваливания горной системы Антарктического п-ова.

3. Погодные условия января–октября 2011 г. на станции Академик Вернадский

Более детальный анализ изменения температуры воздуха и атмосферных осадков внутри месяцев показывает, что в первой половине января средняя суточная температура воздуха преимущественно отмечалась ниже средних многолетних значений (рис. 4). Начиная со второй половины января и по конец марта средняя суточная температура воздуха преимущественно отмечалась выше средних многолетних суточных значений. В апреле средняя суточная температура воздуха преимущественно отмечалась ниже средних многолетних значений 1996–2010 гг. Самой холодной была вторая декада месяца, средняя суточная температура которой на 2-3 °С ниже средних многолетних значений. В третьей декаде апреля отмечался неустойчивый температурный режим, что в целом составило среднюю месячную температуру апреля ниже средних многолетних значений с аномалией –1.3 °С.

В мае, июне и первой декаде июля преимущественно отмечалась средняя суточная температура воздуха в пределах и выше средних многолетних значений, хотя в отдельные дни наблюдались резкие понижения температуры ниже средних значений на 2–4 °С. Во второй и третьей декадах июля средняя суточная температура воздуха фиксировалась –8...–12 °С, что на 4–7 °С ниже средних многолетних суточных значений.

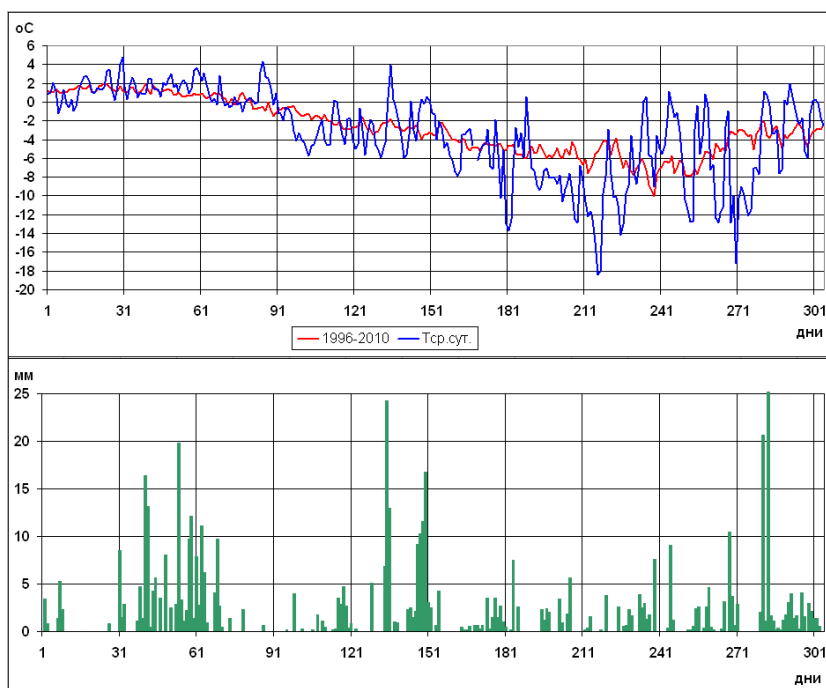


Рис. 4. Ход средней суточной температуры воздуха в январе–сентябре 2011 г. и средней многолетней температуры (1996–2010 гг.) (а); суточное количество осадков в течение января–сентября 2011 г. (б).

В первой половине августа продолжался температурный режим июля со значительными межсуточными колебаниями, средняя суточная температура воздуха фиксировалась ниже –10 °С, 4-5 августа отмечалась средняя суточная температура воздуха ниже –18 °С, что на 13 °С ниже средних многолетних суточных значений. В сентябре отмечался неустойчивый температурный режим, со средней суточной температурой воздуха на 4–7 °С как ниже, так и выше средних многолетних значений. В начале месяца аномалия средней суточной температуры воздуха достигала +6 °С, а в третьей декаде –6...–8 °С, в

целом средняя месячная температура воздуха в сентябре была ниже средних многолетних месячных значений. В октябре отмечался неустойчивый температурный режим, в первой пятидневке месяца средняя суточная температура воздуха доходила до $-7...-12$ °С, а в отдельные дни второй, четвертой и шестой пятидневок уже отмечались положительные значения температуры воздуха. Наибольшее количество осадков за сутки отмечалось во второй и третьей декадах февраля, в середине второй и в конце третьей декад мая, в конце первой декады октября 2011 г. Охарактеризуем теперь особенности атмосферной циркуляции, на фоне которой развивались аномальные погодные условия.

Январь. Период преимущественно без осадков с 10 по 30 января связан с преобладанием области повышенного давления в прибрежной зоне Антарктики, включая акватории морей Беллинсгаузена и Уэдделла. В частности, на средней карте давления с 10 по 30 января прослеживается отдельное ядро высокого давления, связанного с основным антициклоном над ледниковой поверхностью континента (рис. 5). Одновременно область циклогенеза смещена к северу от обычного положения, к $50-55^{\circ}$ ю.ш. в восточной части Тихого океана. Поскольку район станции Вернадский соответствует периферии области повышенного давления без активной адвекции холодного воздуха, средняя суточная температура воздуха формировалась под влиянием местных факторов (солнечной радиации) и превышала нулевую отметку, хотя минимальная в половине дней была ниже нуля. Максимум был достигнут 30 января: средняя суточная температура 4.7 и максимальная 7.1 °С.

В феврале и мае были превышены средние многолетние нормы количества осадков. **В феврале** сильные осадки 10-11 (29 мм), 23 (19.7 мм) и 27 (9.6 мм/сутки) числа связаны с прохождением циклонов западных траекторий, при приближении которых к Антарктическому полуострову усиливался северо-западный поток, а осадки выпадали в облачной системе теплого фронта. Усиление северо-западного потока происходило также в связи с влиянием области повышенного давления севернее 60° ю.ш., центр которой располагался над Южной Америкой или прилегающими акваториями океанов (рис. 6).

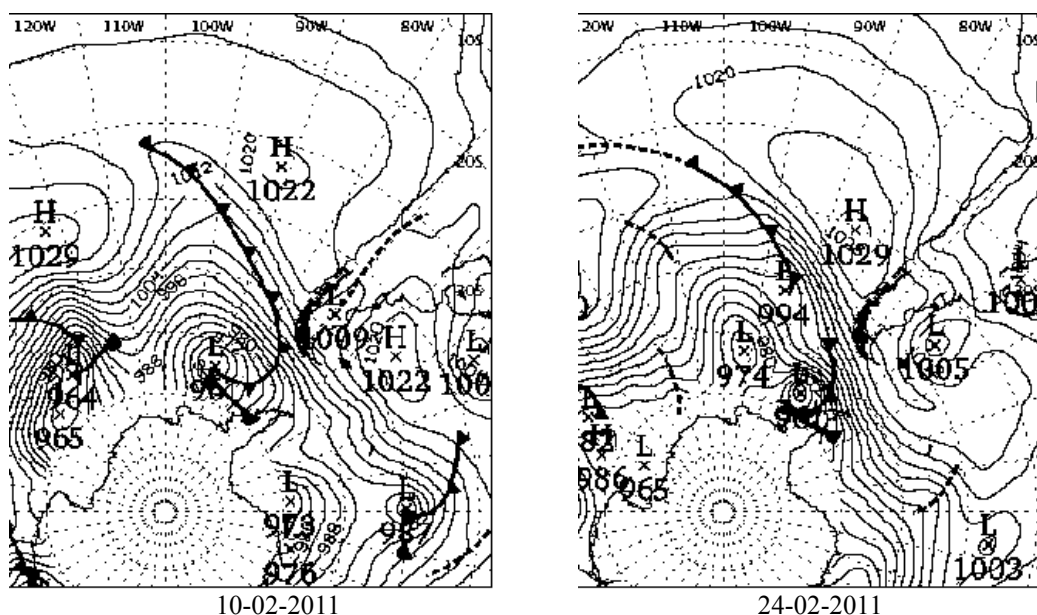


Рис. 6. Приземный анализ 10 и 24 февраля 2011 г., 00 UTC. Источник: Австралийское бюро погоды (www.bom.gov.au).

Май. Периоды сильных осадков отмечены 14–16 (43,9 мм) и 27–30 мая (43,5 мм). Как и в феврале, выпадение осадков связано с приближением к Антарктическому п-ову фронтальных разделов в передней части циклонов, перемещающихся вдоль западных траекторий. Циклоны в этом месяце глубже и обширнее, чем в феврале: наименьшее давление в центре отмечено в секторе 60–70° ю.ш., между 100 и 120° з.д. – 933 и 944 гПа за 00 и 12 UTC 14 мая, соответственно, и 950 гПа 15 мая и 955 гПа 16 мая (рис. 7). При приближении к полуострову давление в центре несколько возросло, но усиливалась скорость ветра, как по барическим градиентам, так и по данным станции Вернадский. Большее развитие, чем в феврале, имели гребни повышенного давления восточнее полуострова, носившие блокирующий характер. Аналогичный барический фон отмечен 27–30 мая, когда выпало 47,5 мм за трое суток.

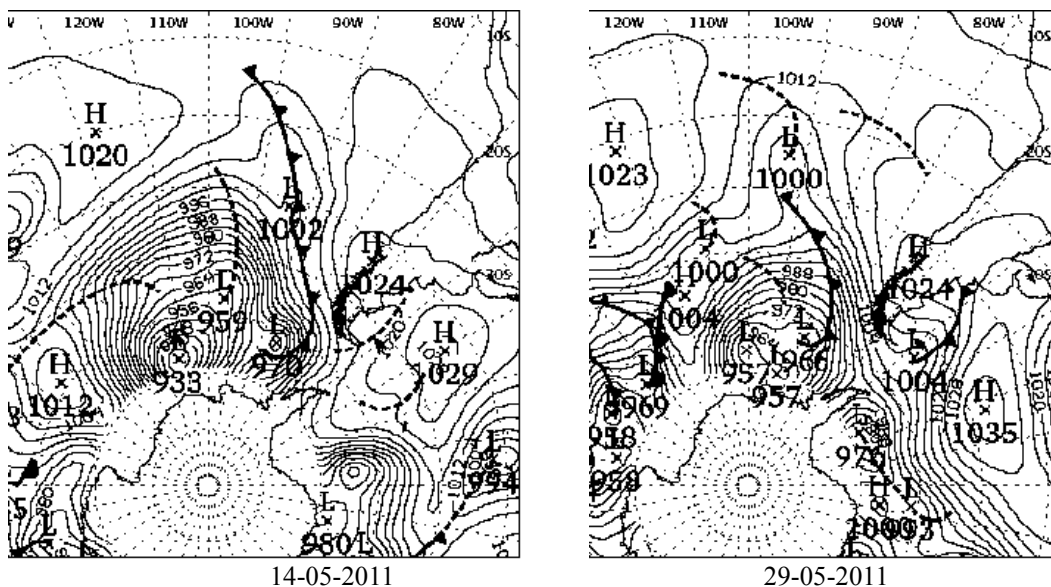


Рис. 7. Приземный анализ 14 мая и 29 мая 2011 г.

Июль. Средняя месячная температура была несколько выше нормы, а атмосферных осадков – несколько ниже. Исследование срочных и средних суточных значений показало необычно резкое снижение относительной влажности 7 июля до 30% – необычно низкого уровня для района станции Вернадский. Данный случай является отражением, следствием развития местного орографического процесса – переваливания воздушной массы (ВМ) через горную систему и развития фена в районе украинской станции (рис. 8). При этом понижение относительной влажности воздуха сопровождается повышением температуры воздуха от -7.3 до 3.6 °С в течение суток, а также возрастанием скорости ветра до 16 м/с при направлении северо-восточных румбов (рис. 9).

Октябрь. 8 и 10 октября выпало 20,6 и 43,1 мм/сутки осадков соответственно. Как и в предыдущих месяцах, они связаны с приближением глубокого циклона к Антарктическому полуострову (959,5 гПа в центре 8 октября), фронтальными разделами с волнами в передней его части, испытывавшими воздействие горной системы полуострова. Центральная часть циклона прошла непосредственно в районе станции Вернадский 10 октября. Циклон принес с собой более теплую ВМ, и если средняя суточная температура воздуха на станции Академик Вернадский 3 октября была -11.5 °С, то 8–10 октября превзошла нулевую отметку и достигла $+1.1$ °С. Необходимо отметить также, что по многолетним данным в октябре в рассматриваемом районе традиционно формируются глубокие циклоны, в 2010 г. с ними также был связан месячный максимум осадков.

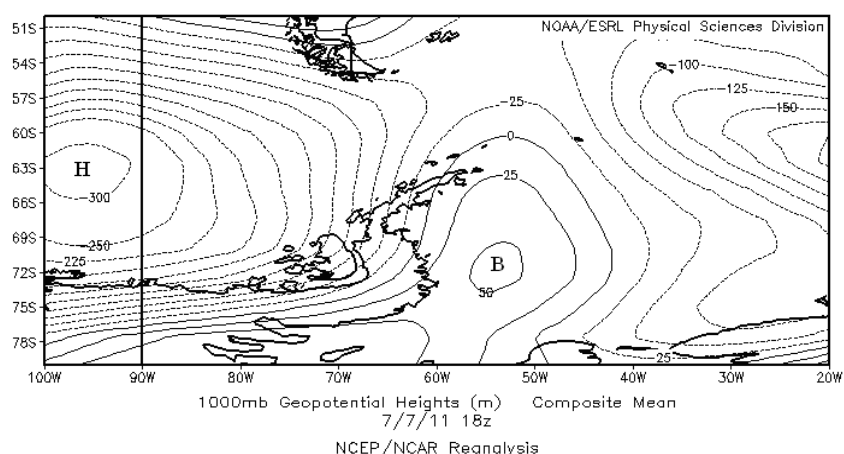


Рис. 8. Поле геопотенциала АТ-1000 гПа в районе Антарктического полуострова, 7 июля 2011 г., 18UTC.

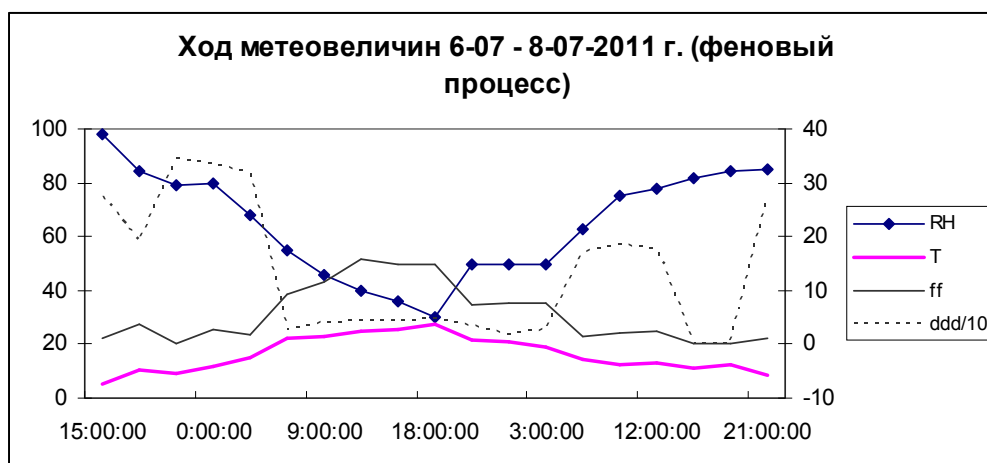


Рис. 9. Временной ход температуры воздуха (правая шкала), относительной влажности воздуха (RH, левая шкала), скорости (ff, м/с, правая шкала) и направления ветра (ddd/10, правая шкала, значения уменьшены в 10 раз), (феновый процесс), 06-07-2011, 15-00 UTC по 08-07-2011, 21-00 UTC.

4. Сравнение данных измерений метеорологического комплекса «Тропосфера», MAWS и стандартных термометров

Сравнение между MAWS и ММК «Тропосфера» проводилось по данным атмосферного давления, температуры воздуха, относительной влажности и скорости ветра, по пятиминутным наблюдениям, по 8 срокам стандартных метеорологических наблюдений, по суткам и месяцам за период с марта 2011 г. по октябрь 2011 г. Отметим, что мини-мачта «Тропосферы» установлена рядом с основной анемометрической мачтой, а датчики температуры и влажности MAWS – в метеорологической будке, вместе со стандартными термометрами (Настанова, 2010).

Атмосферное давление. Отклонение значений по ММК «Тропосфера», приведенного к уровню моря, превышает значения давления по MAWS на уровне станции в среднем за

месяц на 1,4 гПа и является систематическим, связанным с приведением давления к уровню моря.

Температура воздуха. Сравнение проводилось между данными ММК «Тропосфера» и данными MAWS, с одной стороны, и со стандартными термометрами в метеорологической будке, с другой. На рис. 10 приведены данные, осредненные за сроки стандартных метеорологических наблюдений для каждого месяца сравнения. В апреле–июле отклонение составило 0,5–1,0 °С, уменьшение отклонения с августа связано с проведением регламентной калибровки английской MAWS, в результате которой работа станции была адаптирована к более низким температурам. Таким образом, сравнение показывает более устойчивую работу комплекса «Тропосфера» в зимние месяцы, при значительных понижениях температуры воздуха. В свою очередь, для поверки датчика температуры ММК «Тропосфера» достаточно регламентных работ один раз в год, как и предусмотрено разработчиками комплекса.

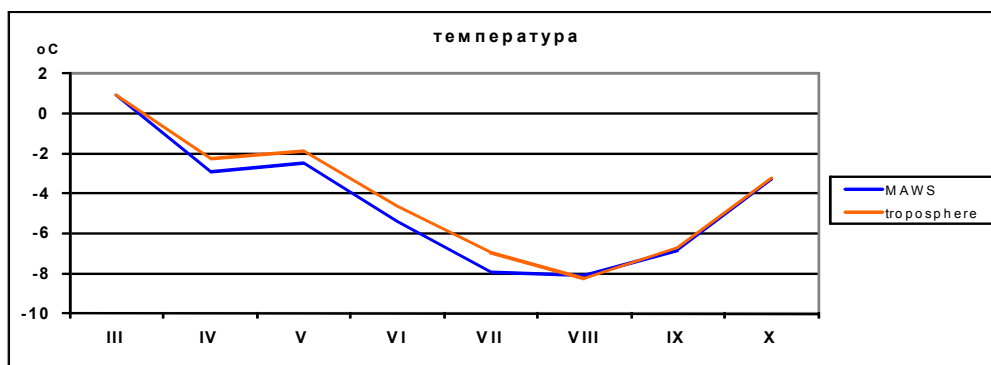


Рис. 10. Температура воздуха, осредненная по срокам, март–октябрь 2011 г.

На рис. 11,а в качестве примера представлена температура воздуха для июля 2011 г. по отдельным срокам наблюдений. Значения температуры по ММК «Тропосфера» преимущественно превышают значения по MAWS, отклонения между данными «Тропосферы» и MAWS составляют от $-1,3$ до $+2,7$ °. Наибольшие значения отклонений фиксируются при низких температурах, ниже -10 °С, однако они систематичны (рис. 11,б).

Тропосфера-стандартные термометры. Сравнение срочных данных 2 раза в сутки (00 и 12 UTC) показало, что в целом датчик температуры ММК «Тропосфера» выдает показания незначительно ниже, чем термометры в будке, на $0,1$ °С в 00 и $-0,2$ °С в 12 час. За 22 дня сентября отмечено совпадение знака отклонения температуры, в октябре знак отклонения совпал в 23 днях месяца. В то же время отмечена зависимость знака отклонения от погодных условий. Так, в условиях преобладания области повышенного давления, слабым и умеренном ветре отклонения обоих автоматических систем от термометров одного знака не превышают $0,2$ °С. Поскольку слабый ветер не характерен для ст. Вернадский в целом и в сентябре в частности, в другие дни отклонения могут быть больше, причем разного знака, при неустойчивом характере погоды, сильном ветре, атмосферных осадках, как 12, 16-17, 24-25 сентября, 17, 23-24 августа, 3, 7 октября. Расхождение достигло в дни 24-25 сентября $0,8$ °С в оба срока, но эти дни характеризовались значительным межсуточным колебанием температуры, с ее понижением на 12 °С/12 часов, т.е. в среднем 1 °С/1 час. Как правило, положительное отклонения (завышение) показаний ММК «Тропосфера» по отношению к MAWS отмечается при положительных температурах и неустойчивом типе погоды – сильном ветре, осадках.

Таким образом, отмечена зависимость отклонения температуры воздуха между автоматическими системами от величины самой температуры, и необходимость детализации отклонений по интервалам выше 0 , $0, \dots -10$ °С, ниже -10 °С. Положительное отклонение

(Тропосфера теплее) отмечено при положительной температуре, около 0 и слабое отрицательное – в интервале 0...-10°C, и отрицательное, в пределах -0.3, для температуры менее -10°C.

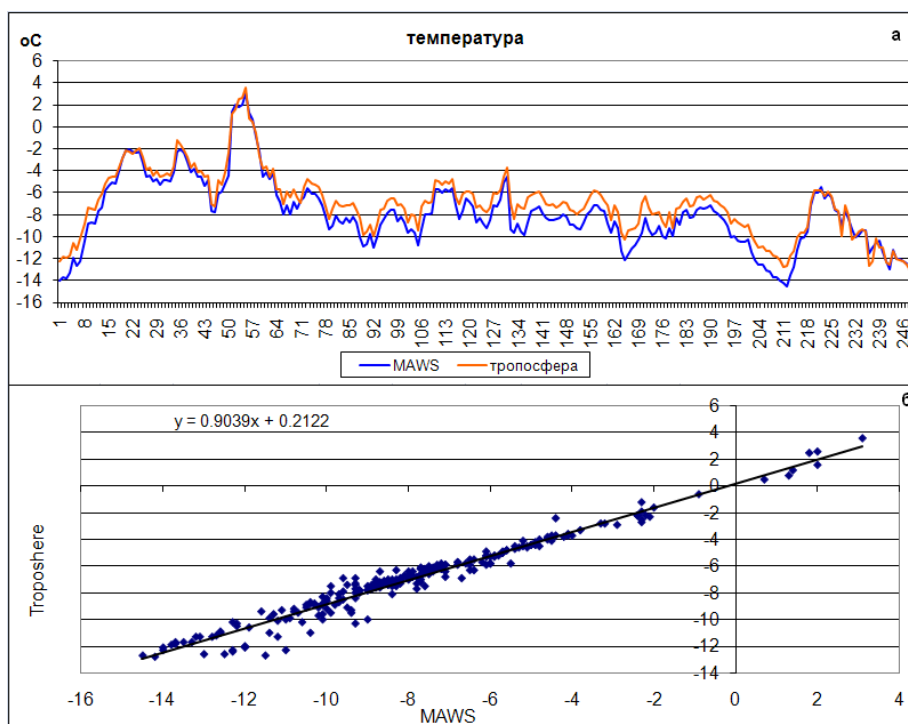


Рис. 11. Температура воздуха по срокам (а), корреляционный график между температурой воздуха по «Тропосфере» и MAWS (б). Июль 2011г.

В срок 12 UTC 11 октября отклонение температуры воздуха между приборами в метеорологической будке и данными ММК «Тропосфера» достигло значительной величины – в эти дни сумма поступающей солнечной радиации уже велика и может обусловить формирование микроклимата в метеобудке. Так, 11 октября максимальная температура составила по «Тропосфере» – 3.1, MAWS 2.9, а по данным максимального термометра +3.3 °C. В этот день отмечены устойчивые погодные условия со слабым ветром, прояснениями. Максимальное расхождение относится к середине светового дня на станции, когда высота Солнца наибольшая и воздействие солнечной радиации максимально. Кроме того, формированию микроклимата в будке способствовало то, что на данный момент не функционирует вентилятор (работал до октября 2007 г.), обеспечивавший вентиляцию внутри будки, что необходимо для преодоления застоя воздуха при слабом ветре. Отмечен также типичный для таких условий суточный ход – в утренний срок 12.00 UTC (9 час. местного времени) 11 октября отклонение от срочного термометра было в пределах допуска и составило: относительно «Тропосферы» – 0,2 и MAWS 0,4 °C.

Таким образом, в отличие от датчика температуры MAWS, подверженного влиянию микроклимата метеорологической будки (известная проблема при воздействии Солнца), датчик температуры ММК «Тропосфера» свободен от данного влияния и показывает температуру воздуха, приближенную к действительной.

В среднем отклонение между значениями температуры воздуха лежит в пределах допуска в большинстве месяцев. В отдельных случаях отклонение максимальной и

минимальной температуры по ММК «Тропосфера» превышает допустимый порог, однако даже при отклонении более 1°C корреляционный график показывает хорошую линейную согласованность с данными MAWS и термометров. Таким образом, могут быть введены необходимые поправки для перехода от одной измерительной системы к другой.

Относительная влажность. Анализ фактических срочных данных показывает, что в среднем за июнь–август отклонение между данными ММК «Тропосфера» и MAWS не превышало 5%, а в сентябре и октябре не превышало 1%. Значения относительной влажности по ММК «Тропосфера» преимущественно превышают значения по MAWS, отклонения между данными ММК «Тропосфера» и MAWS составляют в среднем –3...+8%, но в отдельные дни расхождения могут достигать ±15%. По сравнению с данными аспирационного психрометра показатели относительной влажности воздуха показали незначительное отклонение (в пределах допуска 3-4%), с колебаниями, соответствующими типу погоды, как, например, во время описанного случая понижения влажности 7 июля, связанного с фенотом.

Скорость ветра. В среднем за июнь–октябрь отклонение между данными ММК «Тропосфера» и MAWS составило 0,1 м/с, а абсолютная ошибка 0,8 м/с.

В целом, как и ожидалось, данные относительной влажности и скорости ветра по датчикам ММК «Тропосфера» успешно заменили данные MAWS, в работе которой отмечались неоднократные перебои.

5. Ожидаемое состояние температурного режима на станции Академик Вернадский в летний период 2011-2012 гг. по инструментальным наблюдениям 2011 г.

В результате глобального потепления происходит заметное региональное изменение температурного режима. Прогнозирование изменения климата и долгосрочный прогноз погоды – две разные задачи. В данной работе не рассматривается прогноз изменения климата, а используется текущее его состояние для долгосрочного прогноза погоды на Антарктическом полуострове. Характер современного климата определяется ансамблем всех погодных условий многолетнего периода, и тем самым подчеркивается различие между погодой и климатом. Формирование современного климата в районе станции Академик Вернадский (период 1997–2010 гг.) проходит под влиянием ансамбля погодных условий, которые хорошо разделяются на три типа (Мартазинова и др., 2009). Наиболее вероятный первый тип имеет годовой ход температуры воздуха соответственно рис. 12: теплые процессы летом устойчивы с положительной аномалией средней месячной температуры воздуха 1–2 °С. К холодному периоду начинает проявляться более резкая смена средней суточной температуры воздуха от аномально теплых дней к холодным. Особенно резкие перепады температуры воздуха от суток к суткам отмечаются зимой: в отдельные дни температура воздуха может быть около или выше 0 °С, в другие дни может опуститься до –25 °С и ниже. Такой неустойчивый температурный режим зимой, при котором отмечается понижение или повышение температуры воздуха каждые двое суток, не мешает жизнедеятельности на станции Академик Вернадский, хотя может способствовать ухудшению состояния здоровья, настроения, иммунитета зимовщиков. Зимние процессы затяжные и могут отмечаться на протяжении практически всей весны. Этот тип относится к аномально холодным и затяжным зимам.

Второй тип температурного режима заметно отличается от предыдущего класса. Летние месяцы характеризуются температурой выше 0 °С, т.е. в пределах нормы. К зиме температура начинает незначительно понижаться, изменчивость ее ото дня ко дню остается небольшой, и поэтому почти на всем протяжении зимнего периода температура изменяется от 0 °С до –5 °С. Как правило, эти зимы являются аномально теплыми. Наибольшие похолодания в отдельные дни до –20 °С при этом типе отмечаются в конце августа или в первом весеннем месяце. В последующие месяцы температура возрастает, но к лету она остается ниже, чем в предыдущем типе температурного режима.

Третий вид температурного режима зимой относится к аномально холодным процессам в течение всего года. Летом ночные температуры воздуха могут опускаться ниже -6°C , а понижение температуры до -20°C отмечается с первых дней зимы. Весной температурный режим сохраняет зимний фон и к летнему периоду следует температурному режиму ниже климатической нормы. Приведенные эталонные поля позволили определить тип годового хода температуры воздуха по данным станции Вернадский 2011 года (рис. 13). Как было нами отмечено в работе (Martazinova et al., 2009), выделенная классификация температурного режима позволяет обосновать следующий потенциал предсказуемости в долгосрочном прогнозе температуры воздуха на станции Академик Вернадский:

1. если зима начинается с низких температур воздуха, согласно третьему типу, то в течение зимнего периода нужно ожидать преимущественно температуру воздуха около $-20...-25^{\circ}\text{C}$, с большими изменениями в отдельные дни за счет резкого повышения температуры воздуха;

2. если зима начинается с температур около 0°C , то до середины зимы следует ожидать устойчивый температурный режим в пределах $-5...+5^{\circ}\text{C}$. Вторая половина зимы может характеризоваться резкими перепадами температуры воздуха или иметь колебания в пределах изменчивости температуры первой половины зимы;

3. температура воздуха в весенний период имеет большую изменчивость и по своим минимальным значениям, как правило, не уступает зимнему сезону, причем первую половину весны можно определить как продолжение зимы, что видно из второго и третьего типов;

4. вне зависимости от типа колебаний температуры воздуха ото дня ко дню в зимний период, весной амплитуда колебания достигает критических значений, как низких, так и высоких;

5. самый сложный и стихийный характер отмечается ранней весной. Наиболее спокойным сезоном по температурному режиму можно назвать осень.

Исходя из хода температуры воздуха на ст. Академик Вернадский в 2011 году, можно с помощью критериев аналогичности распознать тип температурного режима и обосновать его прогноз до конца года. На первом этапе строится распознавание кривой из рис. 1 по периоду 1.01–30.09.2011 г. Критерии аналогичности (коэффициенты корреляции) составляют: по 1 типу 0.66, по второму типу 0.53, по третьему типу 0.49. Наименьшая абсолютная ошибка при определении кривой для температурного режима 2011 года приходится на первый тип. Следовательно, для долгосрочного прогноза погоды для станции Вернадский можно использовать первый тип температурного режима, рис. 12. Чтобы подтвердить выбранное решение, был выполнен второй этап для удлиненного периода 2011 года, при рассмотрении температурного режима с 1.01 по 30.11.2011 г. Независимый участок температурного режима 01.11–30.11.2011 г. подтвердил аналогичность кривой первого типа. На рис. 14 можно видеть подобие кривых температурного режима 2011 года и первого типа.

Учитывая полученную связь кривой хода температуры воздуха в 2011 г. с кривой годового хода температуры воздуха первого типа, можно спрогнозировать ожидаемое состояние температурного режима на станции Академик Вернадский в летний период 2011–2012 гг. (рис. 15).

Полученный прогноз температурного режима в летнее время 2011-2012 гг. показывает прохладное лето, которое ожидается неустойчивым и преимущественно на $1-2^{\circ}$ ниже средних значений температуры воздуха за 1997–2010 гг. Однако в последнем весеннем месяце (ноябрь) температурный режим будет отмечаться преимущественно выше средних значений.

Таким образом, на основании сопоставления годового хода температурного режима на станции Академик Вернадский в 2011 г. с выделенными ранее типами составлен сезонный прогноз на конец 2011 и лето 2012 гг.

6. Выводы

Режим температуры воздуха 2011 года имеет хорошо выраженный годовой ход, и средние месячные данные теплого периода соответствуют средним многолетним значениям. Однако зима 2011 г. оказалась в целом холоднее предыдущих зим периода 1996–2010 г. и имела значительную неустойчивость средней суточной температуры до -20 °С. Согласно составленному прогнозу, изменчивость температуры воздуха должна уменьшаться в ноябре, и летний сезон на станции Академик Вернадский ожидается относительно холодным.

Два месяца 2011 г. (февраль и май) имели максимумы количества осадков, причиной являются усиление циклоничности в западном секторе Антарктики в целом и выход западных циклонов на Антарктический полуостров в частности. В целом такая ситуация соответствует типу процессов наиболее вероятного класса, найденных для 1991–2000 гг., с которым связывается региональное потепление (Мартазинова и др., 2010). Однако в зимние месяцы атмосферные процессы несколько изменились – повторяемость циклонических типов несколько снизилась. С другой стороны, пересечение воздушного потока горной системы Антарктического полуострова в передней части наступающих циклонов приводит к формированию местных циркуляций вместе со значительным понижением влагосодержания. Такие процессы не так часты, однако типичны для района станции Вернадский при данном типе синоптического процесса.

Установка отечественного ММК «Тропосфера» позволила поддерживать регулярное выполнение стандартных синоптических сроков и передачу данных в Мировой центр данных, а также практически непрерывную регистрацию метеорологических величин согласно требованиям ВМО и национальной Гидрометслужбы. Установка ММК «Тропосфера» позволяет использовать его в качестве основной измерительной системы в связи с первыми полученными выводами об устойчивых отклонениях от данных MAWS, более репрезентативным отображением реальной погодной ситуации, а также более удобным интерфейсом. Однако ряд сравнений необходимо продолжить по крайней мере до одного полного года наблюдений.

Литература

Грищенко В.Ф., Тимофеев В. Е. Реакции компонентов гляциосферы на изменения климата в районе Антарктического полуострова // Укр. Антарк. Журнал. –2005.–№ 3. – с. 99–107.

Груза Г.В., Ранькова Е.Я., Рочева Е.В. Крупномасштабные колебания атмосферной циркуляции в Южном полушарии и их влияние на изменение климата в некоторых регионах планеты в XX столетии. Метеорология и гидрология, 2007, N 7, pp. 5–17.

Мартазинова В. Ф., Тимофеев В. Е., Иванова Е. К. Атмосферная циркуляция Южной полярной области и климат Антарктического полуострова. Киев. 2010. - 92 с.

Тимофеев В.Е., Гордиенко С.И. Местные циркуляции в районе украинской антарктической станции. Киев, Бюлл. УАЦ, 1996, N 1. - с. 66-67.

Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3, частина 1. метеорологічні спостереження на станціях. 2010, Керівний документ КД 52.4.8.03-09.

Ingolfsson O., Hjort C. Glacial history of the Antarctic Peninsula since the Last Glacial Maximum — a synthesis // Polar Research. 2002. N 21(2). P. 227—234.

Martazinova V.F., Maderich V.S., Tymofeyev V.E., Ivanova E.K. Possibilities of Long Range Forecast of Weather Conditions over the Antarctic Peninsula. УАЖ, N 8, 2009. – с. 269-281.

Turner J, Bindshadler R, Convey P, di Prisco G, Fahrbach E, Gutt J, Hodgson D, Mayewsky P, Summeerhayes C. Antarctic Climate Change and the Environment. SCAR, Scott Polar Research Institute, Cambridge, 2009. – 526 p.