

## АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ И МЕТОД ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ДЛЯ АНТАРКТИЧЕСКОГО П-ОВА

**Мартазинова В.Ф., Тимофеев В.Е.**

Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт

Возможности составления прогнозов исследуются в атмосфере региона, который испытал значительное изменение климата в последние десятилетия. Во второй половине XX столетия в западной Антарктике происходило повышение температуры воздуха в нижних слоях тропосферы с максимумом в районе Антарктического полуострова - на станциях Академик Вернадский и Беллинсгаузен. В первом десятилетии XXI столетия температура воздуха в регионе сохраняется выше стандартной климатической нормы 1961-1990 гг.

Основной целью является исследование крупномасштабной атмосферной циркуляции Южной полярной области (ЮПО) для обнаружения предикторов в долгосрочном прогнозировании погоды (ДПП) на 1-2 месяца вперед. Типы циркуляции атмосферы изучаются с помощью расчета "эталонных" полей давления на основе статистических методов распознавания образов. Эти эталоны ранжируются по их вероятности, причем наиболее вероятный класс эталонов представляет преобладающие формы циркуляции, а наименее вероятный - редкие (аномальные) ее формы. Кроме того, прогностические возможности на больших масштабах исследуются путем учета фазы явления Эль-Ниньо. В работе используются данные реанализа ERA-40, а также наиболее продолжительные ряды метеорологических величин на станциях Антарктического полуострова.

Изменение атмосферной циркуляции на масштабе десятилетий проводится посредством расчета полей атмосферного давления наиболее вероятного класса. Обозначены положения основных центров действия (ЦДА) пониженного давления в Западном секторе Антарктики – в морях Росса, Беллинсгаузена, Уэдделла. Меридиан Антарктического полуострова практически совпадает с положением гребня. Восточное смещение ЦДА отмечено при переходе от холодных эпох (десятилетий и отдельных лет) к теплым, вместе с усилением циклогенеза в море Беллинсгаузена, с чем вызвано наиболее интенсивное потепление в 1990х гг. Восточное смещение циркуляции также хорошо просматриваются в долготно-временных разрезах полей давления и геопотенциала. В первом десятилетии XXI столетия отмечено новые подвижки атмосферной циркуляции – более холодное в 2001-2005 гг. связано с усилением антициклогенеза в юго-восточной части Тихого океана, а в 2006-2010 гг. вновь усиливается циклогенез, с западным, возвратным смещением ЦДА.

Изменение режима циркуляции в пределах десятилетия объясняется сменой фазы явления Эль-Ниньо, на чем основан один из наиболее общих методов сезонного прогноза в странах Южной Америки. Каждой из фаз явления свойственны разнознаковые аномалии давления и геопотенциала в Западном секторе ЮПО, которые формируют определенный тип циркуляции. В годы теплой фазы развивается антициклогенез в Западном секторе ЮПО, а в годы Ла-Нинья — усиливается циклогенез. Первое десятилетие XXI столетия характеризуется переходом от положительной к отрицательной фазе явления, и, возможно, этот переход является ответственным за усиление циклогенеза и связанного с изменением погодных условий, в первую очередь на западной стороне Антарктического полуострова и украинской станции Академик Вернадский.

Наиболее оптимальным признано использование индекса Эль-Ниньо 1-2 восточной части Тихого океана, с которым аномалия температуры воздуха на станциях полуострова имеет значительную корреляцию, как синхронную, так и асинхронную до 3-6 мес. Однако в связи с разнообразием атмосферных откликов на каждое событие Эль-Ниньо можно указать лишь фоновый процесс в Западном секторе ЮПО, связанный с той или иной

фазой явления. Региональная локализация барических систем при развитии одной и той же фазы Эль-Ниньо в разные годы может проходить по-разному. Для поиска более надежных связей явления Эль-Ниньо и регионального климата необходимы дальнейшие исследования.

Для Южного полушария проблема долгосрочных прогнозов усугубляется недостаточностью исследований синоптических процессов Южного полушария и Антарктического полуострова. Физически обоснованный метод долгосрочных метеорологических прогнозов основан на поиске периодичностей в атмосферной циркуляции. Метод является продолжением нашего собственного метода ДПП разработана нами ранее для северного полушария, на основании двухмесячного подобия атмосферной циркуляции которая обнаруживается наилучшим образом с помощью традиционного метода аналогов (Мартазинова, 1998). Подобие атмосферных процессов во внетропической области южного полушария изучались методом традиционного аналога, показывая двухмесячную квазипериодичность в крупномасштабной циркуляции. Аналогичные атмосферные процессы с двухмесячной квазипериодичностью имеют сезонное смещение по широте и долготе относительно исходных синоптических процессов. Летняя квазипериодичность составляет около 60 дней, а зимой несколько больше, около 70 дней, при этом в теплые годы периодичность выражена лучше. Такие сезонные особенности в южном полушарии объясняются градиентами температуры суша-океан. Летом, когда планетарная высотная фронтальная зона на среднем уровне тропосферы выше, чем осенью, тогда аналоги летней атмосферной циркуляции будут на полушарии расположены ниже (севернее) на  $5...7.5^\circ$  широты. Периодичности также подтверждены наличием пиков в спектре ведущих мод крупномасштабной циркуляции (основных волновых чисел). Обнаружение двухмесячной квазипериодичности в атмосферной циркуляции во внетропических широтах Южного полушария служит основой для разработки метода ДПП для регионов Антарктики.

Для Антарктического п-ова разработана прогностическая схема аномалии средней месячной температуры воздуха для западного побережья Антарктического полуострова с месячной заблаговременностью с помощью линейной регрессии.

$$\Delta T_{t+2} = \alpha \Delta T_t + b ,$$

где  $\Delta T_t$  – предиктор, который соответствует значению аномалии среднемесячной температуры воздуха в момент составления прогноза,  $\Delta T_{t+2}$  - прогностическое значение аномалии среднемесячной температуры во втором месяце от исходного  $\Delta T_t$ .

С целью повышения качества прогноза экстремальных значений месячной температуры воздуха на станции Академик Вернадский схема ДПП была дополнена вспомогательными уравнениями, принимая во внимание разную изменчивость температуры воздуха в различные сезоны. Вводится коэффициент экстремальности  $\varepsilon$ ,

рассчитываемый по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N \Delta T_{kp}^2}{\sum_{k=1}^N \Delta \hat{T}_{kp}^2}} ,$$

где  $\Delta T_{kp}$  - фактическая аномалия средней месячной температуры воздуха во втором месяце от исходного на станции из выборки объемом  $N$ ;  $\Delta \hat{T}_{kp}$  - прогнозируемая аномалия средней месячной температуры воздуха во второй месяц от исходного этой же выборки.

Оценка прогностической схемы была выполнена на зависимом материале отдельных лет и показала успешность предложенного метода прогноза средней месячной температуры воздуха для ст. Академик Вернадский. Составление ДПП в этом регионе исключительно важно для безопасной навигации, обеспечения судоходства прогнозом температуры и ледовой обстановки, метеорологических служб антарктических станций

или стран-участниц Антарктического договора. В данной статье впервые получены закономерности преобразования крупномасштабных атмосферных процессов Южного полушария, которые стали основой дальнейшего создания методик долгосрочного прогноза погоды для района Антарктического полуострова. Результаты могут быть использованы для более глубокого понимания атмосферных механизмов региональной изменчивости климата и совершенствования методов предсказания погоды.