

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 551.581

**С. А. ЛЫСЕНКО, В. Ф. ЛОГИНОВ**

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: lysenko.nature@gmail.com

### **КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В БЕЛАРУСИ, МЕХАНИЗМЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ И УЧЕТ В КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ НА ОСНОВЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ СМIP6**

В докладе представлены результаты исследований точности климатических прогнозов температуры воздуха для территории Беларуси на основе ансамбля глобальных климатических моделей, объединенных в 6-й фазе международного проекта сравнения моделей (СМIP6). Для каждого месяца и сезона года выполнен отбор 10 лучших моделей, обладающих наибольшим коэффициентом корреляции с данными метеорологических наблюдений на территории Беларуси. На их основе построены уточненные ансамблевые прогнозы (проекции на конец XXI в.) изменения климата Беларуси для разных сценариев выбросов парниковых газов и аэрозолей (рисунки 1, 2), которые сопоставлены с оригинальными (без региональной адаптации) прогнозами на основе всего ансамбля моделей проекта СМIP6.

Показано, что ансамблевый прогноз на базе всех доступных моделей проекта СМIP6 является достаточно точным по среднегодовой температуре воздуха (коэффициент корреляции с данными наблюдений составил 0,68, среднеквадратическая ошибка прогноза тренда температуры – 0,15 К). Однако ретроспективные прогнозы температуры для сезонов года содержат существенную систематическую ошибку. Во временном ряду средней для холодного периода года температуры воздуха в Беларуси отчетливо проявляется квази-8-летняя компонента, синхронная с индексом североатлантического колебания (NAO), которая отсутствует в прогнозах численных моделей, в связи с чем коэффициент корреляции прогнозной и наблюдаемой температур составляет лишь 0,39. Также выявлено, что ретроспективный ансамблевый прогноз всего семейства моделей СМIP6 существенно завышает значение летней температуры воздуха в Беларуси (систематическая ошибка 0,81 К), что может быть связано с влиянием на нее индекса Атлантической мультидекадной осцилляции (АМО).

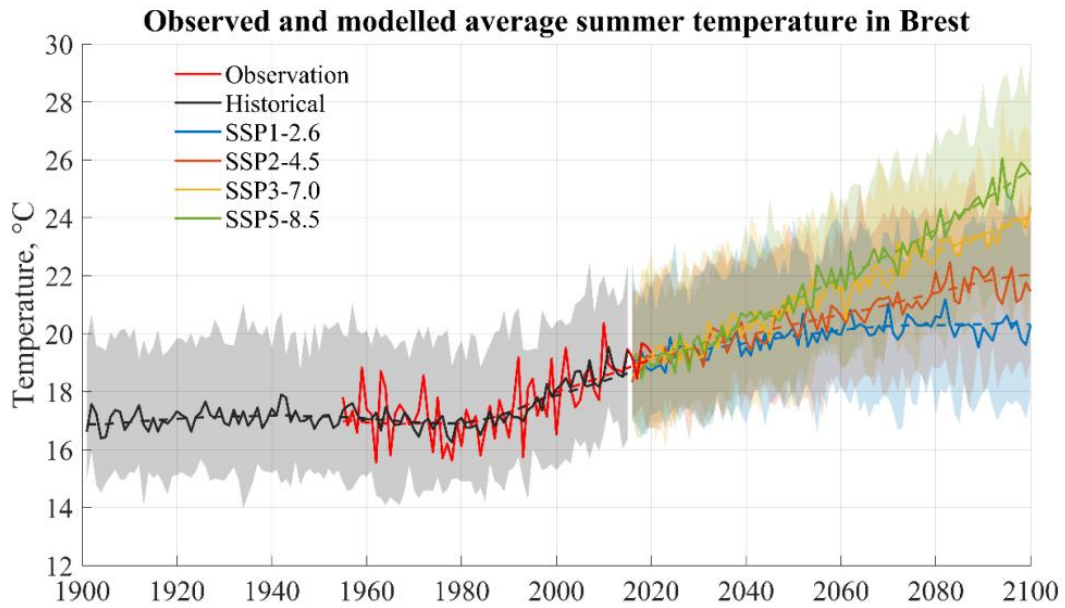


Рисунок 1 – Проекция изменения средней летней температуры воздуха в Брестской области на конец XXI в. при четырех сценариях эмиссии парниковых газов и аэрозолей (SSP)

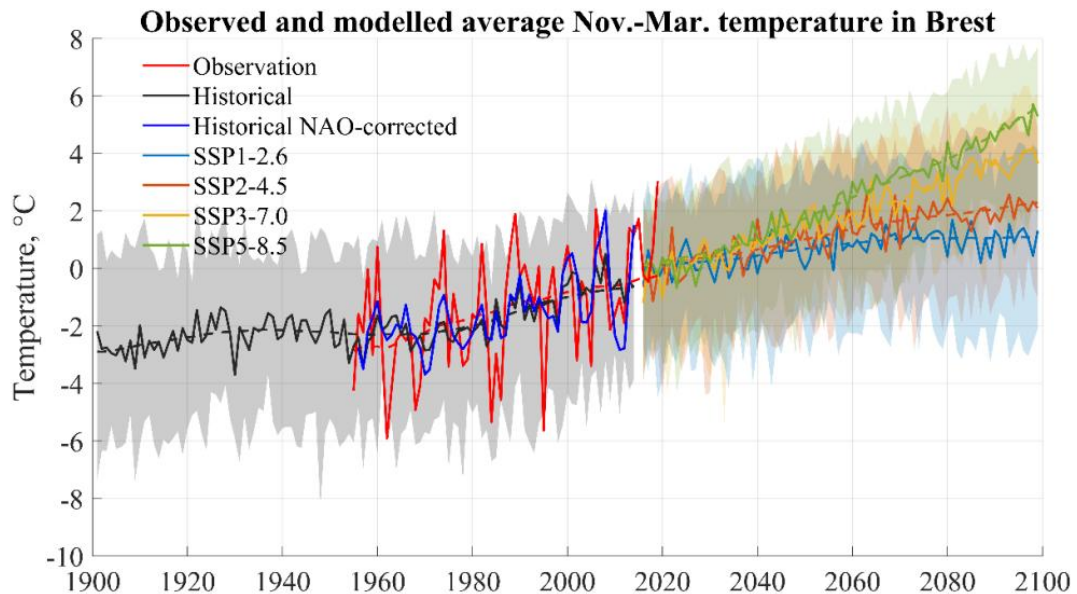


Рисунок 2 – Проекция изменения средней температуры воздуха в холодный период года на территории Брестской области и ретроспективные прогнозы моделей с коррекцией на влияние североатлантического колебания (NAO) в сопоставлении с данными наблюдений

Методом сингулярного спектрального анализа с пространственным разрешением рассчитаны распределения амплитуд квази-8- и квази-60-летнего циклов в глобальных полях давления, температуры воздуха и температуры поверхности океана. Установлено, что максимум интенсивности 8-летнего цикла в поле давления на уровне моря локализован в районе Исландского минимума, а в поле температуры поверхности океана – в районе Ньюфаундлендской энергоактивной зоны и акваториях Северного и Балтийского морей. В поле приземной температуры воздуха 8-летний цикл наиболее отчетливо проявляется в очагах глубокой конвекции в Северной Атлантике. На континентах квази-8-летний цикл выбирает наибольшую долю дисперсии зимней температуры в восточно-европейском регионе, находящемся в зоне влияния NAO.

Согласно современным представлениям, колебания NAO с периодом 5–8 лет связаны с термохалинными характеристиками вод в море Лабрадор. Эта связь проявляется посредством турбулентного тепло- и массообмена на границе между атмосферой и океаном. Положительная и отрицательная фазы NAO формируют противоположные по знаку аномалии солёности вод в море Лабрадор, которые, в свою очередь, оказывают воздействие на транспорт холодных вод западными пограничными течениями (в нижней ветви Атлантической меридиональной опрокидывающейся циркуляции), что создает основу автоколебательного процесса в климате Атлантико-Европейского региона.

Максимум квази-60-летнего цикла температуры поверхности океана сосредоточен в области субполярного циклонического круговорота в Северной Атлантике, где он выбирает до трети общей дисперсии температуры. На Евразийском континенте его влияние особенно отчетливо проявляется в летней температуре воздуха в Восточной Европе (60–45° с. ш., 20–45° в. д.), включая и территорию Беларуси.

Колебания температуры поверхности океана в Северной Атлантике оказывают влияние на меридиональный поток теплых тропических вод, интенсивность конвекции океана в субполярном циклоническом круговороте и интенсивность зональной циркуляции атмосферы в Атлантико-Европейском регионе. Посредством отмеченных процессов фазы повышения и понижения индекса АМО длительностью около 30 лет индуцируют близкие к ним по времени изменения облачного покрова, количества осадков, солнечной радиации и температуры приземного воздуха на территории Европы.

Показана принципиальная возможность дальнейшего повышения точности регионально-адаптированных ансамблевых проекций температуры воздуха в Беларуси за счет учета вышеотмеченных квазипериодических компонент NAO и АМО.

Рассмотрены возможности использования индексов глобальной атмосферной циркуляции и температуры поверхности океана для сверхдолгосрочного прогнозирования среднемесячных аномалий температуры воздуха на территории Беларуси на основе методов машинного обучения и нейронных сетей. Показана перспективность прогностических моделей, использующих в качестве предикторов пространственные распределения температуры поверхности океана и временные ряды климатических индексов.

УДК 504.4

**Л. Д. БАШИРОВА, В. В. СИВКОВ, М. О. УЛЬЯНОВА**

Россия, Калининград, БФУ имени Иммануила Канта

Россия, Калининград, Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН

E-mail: bas\_leila@mail.ru

## **КЛИМАТИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ**

Разбалансировка глобальной климатической системы, отсутствие надежных прогностических моделей изменения климата, а также значительное влияние этих изменений и их последствий на социально-экономическую сферу жизни человека определили международную климатическую повестку на несколько десятилетий вперед.

Подписав Парижское соглашение в 2016 г., Россия обязалась внести вклад в достижение общей цели – снижения эмиссии парниковых газов в атмосферу. С этого времени началась так называемая низкоуглеродная трансформация России. В 2021 г. запущена программа создания и функционирования карбоновых полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса в экосистемах России. В 2022 г. разработана и утверждена Федеральная научно-техническая программа в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений до 2030 г. В октябре того же года распоряжением Правительства Российской Федерации № 3240-р был утвержден важнейший инновационный проект государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ».

Для реализации программ экологического и климатического мониторинга в России было создано несколько консорциумов, один из которых –