

## **АНАЛИЗ ИНДЕКСОВ НЕУСТОЙЧИВОСТИ АТМОСФЕРЫ В ДНИ С ГРОЗАМИ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Прохареня М.И.**

ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь, [maruprokharenya@gmail.com](mailto:maruprokharenya@gmail.com)

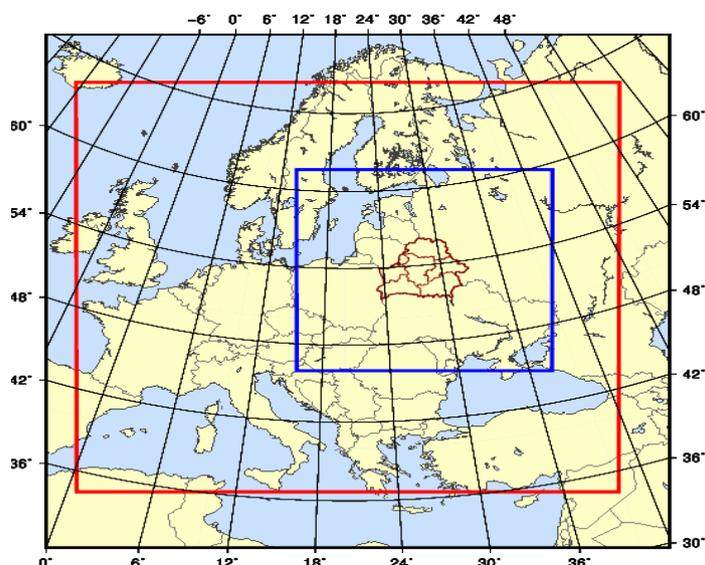
Научный руководитель – Романов О.Г., к. ф.-м. н., доцент, зав. кафедрой компьютерного моделирования физического факультета БГУ, г. Минск.

*The results of the use of convective instability indexes used in the practice of Hydrometeorological center of the Republic of Belarus are presented. The most successful convective instability indexes are received for the summer of 2016. The results of the research showed that the forecast of convective phenomena requires models with a high spatial resolution.*

Наиболее актуальными задачами метеорологии являются задачи связанные с выявлением опасных явлений погоды, зонами активной конвекции (ливней, града, шквалов), исследованием их повторяемости и условиями возникновения и прогнозирования.

Вследствие этого большой интерес представляет прогноз опасных явлений на основе численных моделей атмосферы. В Гидромете Республики Беларусь проводятся работы по улучшению оправдываемости прогноза, в том числе и прогноза экстремальных явлений. Использование индексов конвективной неустойчивости, рассчитанных по метеорологическим величинам с помощью прогностических моделей высокого пространственного разрешения, и расчетных методов может облегчить прогноз конвективных явлений. Однако выбор индексов неустойчивости и их интерпретация обусловлены особенностями исследуемой территории. Было выявлено несколько популярных индексов неустойчивости, наиболее подходящих для территории Республики Беларусь.

Для прогноза конвективных явлений особый интерес представляет выходная продукция численных моделей с высоким пространственным разрешением. В Гидромете Республики Беларусь используется численная негидростатическая региональная модель WRF-ARW (Weather Research and Forecasting) с пространственным разрешением 15 км и 3 км и заблаговременностью до 48 часов. Первый домен – прямоугольная сетка с шагом по горизонтали 15 км (отмечен большой красной рамкой) и расчетной областью 240x250 точек, второй домен – вложенная сетка с шагом 3 км (отмечен малой синей рамкой) и расчетной областью 586x586 точек (Рисунок 1).



**Рисунок 1 – Домены мезомасштабной модели WRF**

Кроме счета модели WRF-ARW в Гидромете обрабатывается выходная продукция глобальных моделей: GFS с пространственным разрешением 28 км и дискретностью по времени 6 часов, заблаговременностью 144 часов, а также UM (United Kingdom Met Office) с пространственным разрешением 89 км, дискретностью по времени 6 часов и заблаговременностью 144 часов. Информация поступает по каналам связи и скачивается с FTP-серверов в коде GRIB.

Для прогноза опасных конвективных явлений используются индексы неустойчивости, которые характеризуют степень конвективной неустойчивости атмосферы, содержание водяного пара в атмосфере, вертикальный сдвиг горизонтального ветра, спиральность, а также совместное влияние перечисленных и других факторов на развитие опасного явления. Каждый из индексов имеет приближенное пороговое значение. В работе рассматривались следующие индексы неустойчивости, в скобках приведены пороговые значения, при которых возможно образование мощного конвективного явления: индекс CIN ( $<0$ ) – энергия, необходимая частице воздуха для преодоления задерживающего слоя ниже уровня свободной конвекции в нижней тропосфере (Convective Inhibition), Дж/кг; индекс CAPE ( $>1000$ ) – энергия плавучести, которую частица воздуха может приобрести выше уровня свободной конвекции (Convective Available Potential Energy), Дж/кг; индексы TT ( $>44$ ) Total Totals и K-index, характеризующие совместное влияние стратификации температуры и содержания водяного пара,  $^{\circ}\text{C}$ ; Индекс LIFT ( $<1$ ) оценивает степень стабильности, которая измеряется разностью между температурами поднимающейся частицы и окружающей среды на уровне 500 гПа,  $^{\circ}\text{C}$ ; Thompson index ( $>25$ ) – выражается как разница между K-index и LIFT [1].

Для оценки эффективности использования индексов конвективной неустойчивости в Гидромете Республики Беларусь был проведен анализ пороговых значений. Объект исследования – дни с грозами, зарегистрированные в период с 4 июля 2016г. по 31 августа 2016г. На

метеостанциях Минска, Бреста, Гродно, Гомеля, Могилева и Витебска. В качестве метода исследования были выбраны индексы конвективной неустойчивости, полученные при ежедневном расчете численных моделей. Для исследования использовались данные численных моделей WRF, GFS, UM за исходный срок 00 UTC. Для каждого индекса численной модели была произведена категориальная оценка [2].

Общая оправдываемость среди индексов, полученных по модели GFS, составила от 40 до 70%. Стоит отметить, что для всех индексов наблюдается хорошая оправдываемость прогноза отсутствия события, что связано с большим количеством ложных тревог. Наилучшие статистические характеристики показал Thompson index.

Для модели UM наибольшую оправдываемость показал индекс K index. Оправдываемость наличия события составила 30%, оправдываемость отсутствия события 90%. Однако наименьшее число ложных тревог у индекса Total Totals index.

Для модели WRF с шагом 15 км наибольшую оправдываемость показали индексы CAPE и K index. Наибольшая оправдываемость наличия события (40%) выявлена у индекса CAPE, наибольшая оправдываемость отсутствия события у K index (95%).

Анализ полученных результатов показал, что низкая оправдываемость прогноза гроз и большое количество ложного обнаружения определяется выбором низких пороговых значений индексов неустойчивости.

Стоит отметить, что в работе не учтен ряд факторов: оценка развития других конвективных процессов (ливни, град, шквалы) на метеостанциях, которые характеризуют индексы неустойчивости. Для более детального изучения вопроса необходимо произвести расчет и оценку оправдываемости индексов по другим метеостанциям.

Так как расчет индексов неустойчивости на основе численных моделей тесно связан с аэрологическим зондированием, для увеличения оправдываемости, необходимо привлечение данных дистанционного зондирования в расчеты численных моделей.

Исследование показало, что для оценки потенциала развития конвективных систем и кластеров, формирующих грозу, перспективно использовать индексы Thompson index и K index и численные модели WRF и GFS.

#### **Список использованных источников**

1. Новицкий, М.А. Использование индексов конвективной неустойчивости и метеорологических величин для анализа смерчопасной ситуации в Обнинске 23 мая 2013г. / Новицкий М.А., Шмерлин Б.Я., Петриченко С.А., Терех Л.А., Кулижникова Л.К., Калмыкова О.В. // Метеорология и гидрология. – 2015. – № 2. – С. 13-20
2. The Centre for Australian Weather and Climate Research [Electronic resource] / Forecast Verification Issues, Methods and FAQ. – Mode of access: <http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/>. – Data of access: 25.01.2017