

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ ДЛЯ АВИАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

*Попко И.Л.*

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

E-mail: [Rina\\_papko@mail.ru](mailto:Rina_papko@mail.ru)

Климатические изменения в атмосфере является неоспоримым фактом и многие изменения, наблюдаемые с 1980-х годов, являются беспрецедентными в масштабах от десятилетий до столетия – повысилась температура атмосферы и океана, запасы снега и льда сократились, уровень моря повысился, концентрации парниковых газов возросли. Каждое из трех последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли по сравнению с любым предыдущим десятилетием, начиная с 1850 года. В Северном полушарии 1983–2012 годы были, вероятно, самым теплым 30-летним периодом за последние 1 400 лет (средняя степень достоверности) [1].

Поскольку система атмосфера – океан работает как единый механизм, климатические изменения сказались на частоте и интенсивности мезомасштабных метеорологических явлений – возросла частота образования локальной конвективной облачности, и как следствие опасных явлений погоды, связанных с конвекцией. По данным доклада об особенностях климата на территории Российской Федерации, в 2013 г. около 25% от общего числа опасных явлений приходится на локальные конвективные явления (ливень, град, шквал), отмечавшиеся в весенне-летний период. Общее количество метеорологических опасных явлений в 2013 г. оказалось наибольшим с 1998 г.: 545 (предыдущий максимум 2012 г. – 536). За период, для которого собрана статистика опасных явлений на территории РФ, наблюдается значительный рост как гидрометеорологических опасных явлений, нанесших ущерб, так и общего числа метеорологических опасных явлений: в последние годы их фиксировалось в два с лишним раза больше, чем в конце 20-го столетия [3].

Погода влияет практически на любую отрасль экономики, и все же именно авиация оказывается наиболее зависимой от погодных условий. На эффективность и безопасность полётов воздушных судов, рост авиаперевозок и сокращение экономических издержек в значительной степени влияет качество и своевременность метеорологического обеспечения полётов.

По данным ИКАО за последние 25 лет от 6 до 20% авиационных происшествий произошло из-за неблагоприятных метеорологических условий, а в 30% случаев они стали косвенными или сопутствующими причинами таких происшествий. Таким образом, примерно в 1/3 всех случаев сложные метеоусловия явились причиной неблагоприятного завершения полетов. По данным International Air Traffic Association (ИАТА) эта цифра достигает 40%. Эти данные показывают, насколько важное место в обеспечении гражданской авиации занимает авиационное метеорологическое обеспечение.

Поэтому внедрение системы управления безопасностью полетов в гражданской авиации, способной обеспечить устойчивое сокращение количества авиационных происшествий и человеческих жертв с одновременным наращиванием темпов модернизации отрасли по всем направлениям деятельности, является главенствующим принципом [2].

Несмотря на большой скачок в развитии вычислительных технологий, в частности в сфере мезомасштабного моделирования, на постсоветском пространстве использование результатов численного моделирования значительно уступает в частоте использования синоптическим методам. В большинстве же высокоразвитых стран использования расчётных данных стало обычным делом. С 2007 Россия входит в проект COSMO (COnsortium for Small-scale MOdelling) – основой являются разработки по гидродинамическому моделированию метеослужбы Германии. По-прежнему не теряет своей актуальности модель WRF, поскольку она является моделью общего пользования, может быть установлена на ЭВМ без каких-либо лицензионных условий и используется во многих Гидрометцентрах России и, в частности, в Беларуси.

В представленном исследовании для прогноза опасных конвективных явлений в аэропорту Минск-2 использовалась мезомасштабная гидродинамическая модель WRF. Для большей детализации прогнозов конвективной облачности использовались три расчетные (вложенные) сетки с шагами по горизонтали 9800 м, 3267 м, 1089 м, от внешней до наименьшей, соответственно. Выбор параметров сеток дал возможность применения модели непосредственно для прогнозирования конвективных явлений на мезомасштабах, и в тех сферах, где это просто необходимо, а именно в авиации.

Для оценки возможности применения мезомасштабного гидродинамического прогноза к описанию опасных конвективных явлений были рассмотрены случаи опасных метеорологических явлений, а

именно гроз, на территории национального аэропорта Минск-2. Всего было рассмотрено пять случаев образования грозы над аэродромом, 4 из которых в летний период, и одна в осенне-зимний период (аномальная для данного времени года). Все явления характеризовались шквалистым усилением ветра до 15-17 м/с, сильными ливневыми осадками, а в отдельных случаях градом. Во всех рассмотренных ситуациях причинами грозообразования стала большая неустойчивость атмосферы, и, как следствие, образование мощной конвективной облачности. Поэтому для прогноза были рассчитаны поля всех метеорологических величин (всего 108 параметров на 20 уровнях по высоте) необходимых для методов прогнозирования атмосферной неустойчивости. В частности были рассчитаны значения индексов потенциальной конвективной энергии  $CAPE$  и  $cin$ .

В ходе работы проведен сравнительный анализ восприимчивости моделью различных синоптических методов прогнозирования гроз на равнинных территориях: метод Лебедевой, метод Вайтинга, метод Фауста, метод Кокса, метод Решетова, метод Ягудина. Дополнительно были исследованы индексы неустойчивости атмосферы, которые в настоящее время используются только Всемирными центрами зональных прогнозов (ВЦЗП Вашингтон, Лондон) для определения степени неустойчивости атмосферы и, как следствие возможность образования конвективной облачности.

Реализация модели прогноза для национального аэропорта Минск-2 показала хорошие перспективы использования ее в различные сезоны года для прогноза неблагоприятных и опасных явлений погоды. Рассчитанные характеристики точности модели представляются удовлетворительными на данном этапе.

Хотя на данном этапе точность прогнозов моделью WRF уступает лучшим мировым аналогам, но имеется возможность для повышения качества путем поиска оптимального сочетания блоков параметризаций атмосферных процессов, уточнения информации о характеристиках подстилающей поверхности, ассимиляции данных дистанционного зондирования атмосферы, в частности, результатов измерений наземной сетью ГЛОНАСС/GPS станций.

Работу по изучению возможностей модели WRF ARW с целью ее дальнейшего внедрения в практику прогнозирования следует продолжить.

Работа представляет интерес для усовершенствования мезомасштабного прогноза погоды на аналогичных по физико-географическим условиям территориях и схожим для прогноза требованиям.

#### Список использованных источников

1. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) Изменение климата. Физическая научная основа. Резюме для политиков / Вклад рабочей группы I в пятый доклад об оценке межправительственной группы экспертов по изменению климата// [www.climatechange2013.org](http://www.climatechange2013.org), 2013
2. Петрова М.С. Новые принципы организации и развития авиаметеорологического обеспечения / М.С. Петрова/ Авиаметтелеком Росгидромета/ <http://www.aviamettelecom.ru/2011>
3. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) Доклад об особенностях климата на территории российской федерации за 2013 год / Росгидромет // <http://www.meteoinfo.ru/> 2014