

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ: СПЕЦИАЛЬНОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Д.В. Драбенко¹, Р.А. Виноградов¹, О.М. Андреев¹, Е.Ю. Орлова¹

¹Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

APPLICATION OF UNCLEANED AIRCRAFT IN THE ARCTIC REGION: SPECIAL HYDROMETEOROLOGICAL SECURITY

D.V. Drabenko¹, R.A. Vinogradov¹, O.M. Andreev¹, E.U. Orlova¹

¹Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia

В докладе рассматривается методика подготовки метеорологических прогнозов, применяемых для беспилотных летательных аппаратов, сформулированная в процессе исследований Арктического региона сотрудниками ФГБУ АНИИ.

The report discusses the method of preparing meteorological forecasts used for unmanned aerial vehicles, formulated in the process of research of the Arctic region by the staff of the AARI.

В наше время беспилотные летательные аппараты (БПЛА, либо ЛА, далее по тексту) используются практически во всех сферах деятельности человека: от доставки грузов до высококачественной киносъёмки. В оперативной практике АНИИ БПЛА уже несколько лет успешно решают широкий спектр задач, таких как: аэрофотосъёмка ледяных полей, измерение различных характеристик подстилающей поверхности и приземного слоя атмосферы и даже установка радиолокационных маяков на айсберги.

Вне зависимости от решаемой задачи, района применения, технических характеристик и конструктивных особенностей используемого летательного аппарата, метеорологические явления, оказывающие влияние на полёты БПЛА, во многом такие же, как и для классической, «большой» авиации: шквал, обледенение, интенсивные осадки, низкая видимость. При этом подавляющее их большинство вызывается процессами микро и мезомасштаба. Для удобства представления все мезомасштабные процессы делят на три типа [1]:

Тип 1. Процессы и явления, горизонтальная протяжённость которых составляет 200 – 2000 км. Их называют процессами масштаба МЕЗО – α . Время развития этих процессов составляет десятки часов. С процессами этого типа связаны атмосферные осадки: обложной дождь, снегопад.

Тип 2. Процессы и явления, горизонтальная протяжённость которых составляет 20-200 км. Их называют процессами масштаба МЕЗО – β . Время развития этих процессов изменяется от получаса до нескольких часов. С процессами этого типа связаны ливневый дождь, сильный туман.

Тип 3. Процессы и явления, горизонтальная протяжённость которых находится в пределах от 2-20 км. Их называют процессами масштаба МЕЗО – γ . Время развития этих процессов составляет от нескольких минут до получаса. С процессами этого типа связаны шквалы, ураганы, смерчи, крупный град, сильные пыльные (песчаные) бури.

Учитывая специфику применения беспилотных летательных аппаратов в АНИИ (сравнительно небольшая дистанция полёта, полёты в районах со слабой или даже отсутствующей сетью метеорологических наблюдений), применение существующих численных методик прогноза для эффективного определения ОЯ в мезомасштабных процессах типов β и γ практически невозможно. Имеющиеся в настоящее время мезомасштабные прогностические модели можно разделить на 2 класса: динамические модели метеорологических мезовозмущений или явлений, возникновение которых обусловлено соответствующим распределением метеорологических величин и модели явлений и процессов, на развитие которых преобладающее воздействие оказывают особенности орографии [2].

Для моделей 1-го вида соблюдается условие, согласно которому уменьшение масштаба прогнозируемого явления должно вести к увеличению плотности наблюдательной сети и учащению наблюдений. В результате, в районах с низкой плотностью наблюдательной сети данные модели не могут быть использованы. При использовании моделей 2-го вида ключевой проблемой является интерпретация данных дистанционных наблюдений (спутниковых и

радиолокационных). Проблемы возникают при наполнении численных схем информацией. К сожалению, большинство дистанционных средств зондирования оперирует не с конкретными метеорологическими величинами (температура, давление, влажность и т.д.), а с изменениями энергии излучения или поглощения и другими подобными параметрами. Иными словами, процесс восстановления профилей в обратных задачах дистанционного зондирования достаточно сложен и неоднозначен. На входе же прогностических моделей нельзя использовать, например, радиояркостную температуру взамен температуры воздуха.

Как итог всему приведённому выше, в Арктическом регионе для метеорологического обеспечения БПЛА сотрудниками ААНИИ применяются статистические методы прогнозирования. Данные методы широко используют различные варианты уравнений регрессии. Весьма распространены полиномиальная экстраполяция, использование фильтра Кальмана, представление метеорологических величин с использованием разложения в ряды Фурье и т.д. Математическое прогнозирование случайных процессов заключается в использовании данных о физических процессах, обработке их с целью получения зависимостей, связывающих измеряемые параметры в различные моменты времени, и вычислении значений этих параметров с заданным временным упреждением. Математическое прогнозирование можно условно разделить на следующие этапы [3]:

1. Выбор и обоснование структуры математической модели прогнозируемого процесса
2. Обработка статистических данных для определения неизвестных параметров модели
3. Вычисление количественных характеристик процесса с заданным упреждением.

Для составления прогнозов применяют недетерминированное или стохастическое семейство моделей. При стохастическом прогнозировании наиболее часто используют модели с детерминированной основой и модели авторегрессии - скользящего среднего. В общем виде модели с детерминированной основой можно представить в виде:

$$Y = f(a, t) + \eta, \quad (1)$$

где $f(a, t)$ - некоторая детерминированная функция; a - вектор неизвестных параметров, подлежащих определению; t - время; η - случайный процесс с нулевым математическим ожиданием. В качестве функции $f(a, t)$ можно использовать различные виды функций: линейную, экспоненциальную, гармоническую и т.д.

Литература

1. Иоффе М.М., Приходько М.П. Справочник авиационного метеоролога. Москва, Воениздат, 1977.
2. Русин И.Н., Тараканов Г.Г. Сверхкраткосрочные прогнозы погоды. СПб.:РГГМИ, 1996 – 308 с.
3. Белоцерковский А.В. Адаптивные методы сверхкраткосрочного прогнозирования в мезомасштабных задачах метеорологии. /Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. СПб., 1996, 185 с.
4. Белоусов С.Л., Васильев А.А. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 1. Ленинград, Гидрометеиздат, 1986.