

UDC 629.7

MODELING OF AIRCRAFTS VORTEX SAFETY*

Leonid I. Turchak

Dorodnicyn Computing Center of the Russian Academy of Sciences
119333, Moscow, Vavilov Str. 40
Head of Comput. Phys. Department
Doctor of Sciences, Professor
E-mail: turchak@ccas.ru

The problem of aircrafts vortex safety is considered. The main point of the work is mathematical modeling of vortex wakes using the method of discrete vortices.

Keywords: vortex safety, aircrafts, vortex wakes, method of discrete vortices.

В настоящее время мировое авиационное сообщество вынуждено решать основную проблему гражданской авиации – каким образом обеспечить необходимую пропускную способность систем организации воздушного движения при прогнозируемом увеличении объёма воздушных перевозок самолётами гражданской авиации к 2015 г. в 2,5–3 раза. При этом также стоит задача снижения аварийности воздушного транспорта в 3 раза.

Одной из трудностей реализации подобных планов является проблема обеспечения вихревой безопасности полётов. Попадание самолета в вихревой след может привести к неконтролируемому крену и потере управляемости.

Вихревой след зависит от компоновки воздушного судна, полетного веса и режима обтекания. Под действием сил различной природы он опускается ниже траектории самолета на сотни метров, а также смещается в горизонтальном направлении из-за ветра и влияния земли. В зависимости от состояния атмосферы длина вихревого следа может составлять от нескольких до десятков километров.

В настоящее время действуют правила Международной организации гражданской авиации (ИКАО), определяющие минимальные расстояния между летящими в одном направлении самолётами (горизонтальное эшелонирование) по условиям непопадания самолётов в вихревые следы. Стандарты ИКАО эшелонирования воздушных судов по условиям вихревой безопасности, обязательные при выполнении полётов на маршруте и на взлётно-посадочных режимах, обеспечивают требуемый уровень безопасности полётов на сегодняшний момент. Однако это приводит к дополнительным задержкам вылетов (посадок) в крупных аэропортах и ограничению пропускной способности воздушных трасс. Появление новых тяжёлых самолётов типа А380 приводит к необходимости увеличения безопасных интервалов следования.

Для решения вышеуказанных проблем разработана система вихревой безопасности полётов, использующая в своём составе передачу данных и наблюдение. Ключевым элементом этой системы является подсистема вихревого зрения, которая представляет собой аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий индикацию пилотам и диспетчерам информации о состоянии вихревой обстановки и предупреждение о возможности возникновения опасной вихревой ситуации. Ядром этой системы является вычислительный комплекс, позволяющий рассчитать положение вихревого следа каждого самолёта и оценить степень его опасности для других летательных аппаратов на основе вычисления так называемых опасных вихревых зон.

* Работа выполняется при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 10-07-00381).

Информация о положениях самолётов и данные о вихревой обстановке, необходимые для расчета, поступают на борт самолёта и рабочее место диспетчера по согласованным информационным протоколам открытой УКВ-линии передачи цифровых данных. С этой целью разработаны специальные алгоритмы, ядром которых являются алгоритмы прогнозирования дальнего следа. Для визуализации вихревой обстановки пилоту предоставляется необходимая информация о вихревых следах, достаточная для выполнения в случае необходимости эффективного манёвра, предотвращающего попадание самолёта в вихревой след. Диспетчер должен на основе поступающей ему информации принять правильное решение управления этапом полёта, за который он отвечает. Предоставление такого рода информации устраняет ситуацию информационной неопределённости и даёт возможность пилоту своевременно принять меры для предотвращения попадания самолёта в опасную зону вихревого следа, а диспетчеру – способствовать этому. При этом исключается вход в вихревые следы и обеспечивается возможность сокращения интервалов эшелонирования воздушных судов.

Внедрение такой системы позволит увеличить:

- безопасность полётов путем исключения попадания в вихревой след;
- пропускную способность аэродромов на 30–40%;
- пропускную способность воздушных трасс в 1,5–2,2 раза.

Основным источником информации для работы системы являются воздушные суда, которые предоставляют данные о своих параметрах: конфигурации, собственном вихревом следе, фактической загрузке, характеристиках полёта и параметрах окружающей среды (давление, температура, направление, скорость ветра, турбулентность атмосферы). Информация о положении воздушных судов и данные о вихревой обстановке, необходимые для расчета опасных вихревых зон, поступают на борт всех воздушных судов и на рабочее место диспетчера по линиям передачи данных, реализующим технологию автоматического зависимого наблюдения радиовещательного типа.

Исследования по данной проблеме проводятся большой группой высококвалифицированных специалистов из различных организаций. Особенно хотелось бы отметить моих ближайших коллег докторов наук Н.А. Баранова, А.С. Белоцерковского, М.И. Каневского, основных соавторов нашей монографии: Системы обеспечения вихревой безопасности полётов летательных аппаратов (Wake Vortex Flight Safety Systems for Aircrafts). М.: Наука, 2008. 373 с.

УДК 629.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ САМОЛЁТОВ

Леонид Иванович Турчак

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН
119333, г. Москва, ул. Вавилова, 40
доктор физико-математических наук, профессор, зав. отделом
E-mail: turchak@ccas.ru

Рассматривается проблема вихревой безопасности самолётов. Основой работы является математическое моделирование вихревых следов с помощью метода дискретных вихрей.

Ключевые слова: вихревая безопасность, самолёты, вихревые следы, метод дискретных вихрей.