

# МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ И АКУСТИКИ ВИНТА ДРОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ

И.В. Абалакин, В.Г. Бобков, Т.К. Козубская

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН,  
Москва, vbobkov@keldysh.ru

В настоящей работе было проведено сравнение результатов моделирования аэродинамических и акустических характеристик маломасштабного винта дрона. Для моделирования вращающегося винта использовались модели на основе уравнения Эйлера и Навье-Стокса записанные в неинерциальной вращающейся системе координат [1]. При использовании модели на основе уравнений Навье-Стокса использовалась два подхода – методика на основе осредненных по Рейнольдсу уравнений (RANS) и вихреразрешающий подход IDDES [2].

Исследовались характеристики двухлопастного винта радиусом 12 сантиметров с существенной круткой на трех режимах осевого обтекания со скоростью вращения 60, 90 и 120 оборотов в секунду.

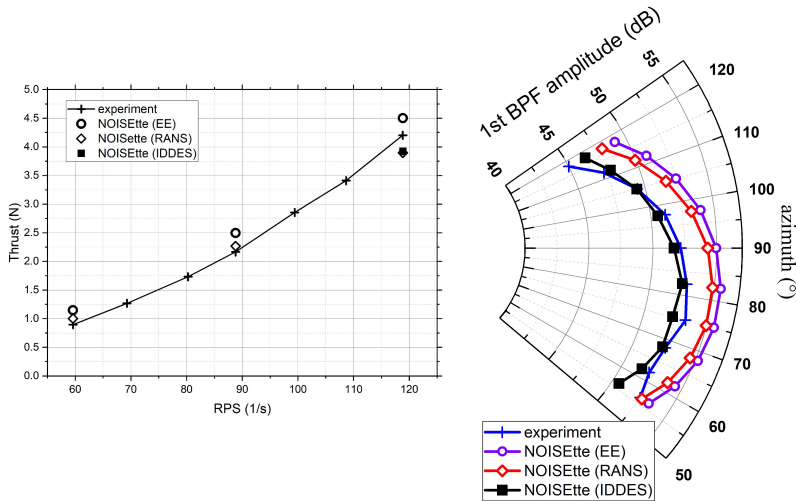


Рис. 2. Аэродинамические (слева) и акустические (справа) характеристики винта

Результаты вычислительных экспериментов показали, что аэродинамические характеристики винта всеми тремя использованными подходами определяются достаточно точно (рис. 1, слева) и максимальные отклонения относительно экспериментальных данных не превышают 10%. В свою очередь акустические характеристики ожидаемо лучше всего предсказываются при использовании вихреразрешающего подхода. Так, отклонения величины амплитуды уровня звукового давления первой частоты следования лопастей в плоскости вращения винта от экспериментальных значений для модели на основе уравнений Эйлера, RANS и IDDES составили +2.5, +1.5 и -0.34 дБ соответственно (рис.2, справа).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (Проект 20-41-09018).

Результаты работы были получены с использованием оборудования ЦКП ИПМ им. М.В. Келдыша РАН (<https://ckp.kiam.ru>) и Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова.

## Литература

1. В.Г. Бобков, И.В. Абалакин, Т.К. Козубская. Методика расчета аэродинамических характеристик винтов вертолета на основе реберно-ориентированных схем в комплексе программ NOISEtte. Компьютерные исследования и моделирование. 2020, Т. 12, №5, С. 1097–1122. DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-5-1097-1122.
2. Guseva, E.K., Garbaruk, A.V., Strelets, M.K.: Assessment of Delayed DES and Improved Delayed DES Combined with a Shear-Layer-Adapted Subgrid Length-Scale in Separated Flows. Flow, Turbulence and Combustion 98(2), 481–502, 2017, DOI: 10.1007/s10494-016-9769-7.