

## Зависимость гидродинамики машущего крыла от формы поперечного сечения

Научный руководитель – Нуриев Артём Наилевич

*Баймуратова Ангелина Рафилъевна*

*Студент (магистр)*

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт математики и механики  
им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия

*E-mail: angelina.baimuratova@yandex.ru*

Машущий полёт — естественный способ передвижения насекомых, рыб и птиц. При перемещении они бесшумны, способны маневрировать на скорости без потери устойчивости и преодолевать большие расстояния без остановок. Эти преимущества мотивируют изучать механизм машущего движителя и внедрять в устройства для перемещения. Беспилотные летательные аппараты с машущими крыльями могут быть использованы для исследования окружающей среды, в поисково-спасательных работах, доставке грузов.

Для изучения механизма машущего полёта используются аналитические, численные и экспериментальные методы. База теоретических знаний состоит как из исследований проверенных временем [1], так и новых работ [3]. Это верно и для численных методов и эксперимента [4]. Накопленный материал уже помогает оптимизировать существующие технологии [2].

Исследования не покрывают весь спектр параметров, влияющих на гидродинамику движения. Основной фокус внимания смещён на кинематические, динамические и аэродинамические параметры. Работ по исследованию влияния геометрии тела на движение мало. Данная работа посвящена изучению этого вопроса.

Для анализа влияния формы поперечного сечения крыла на его пропульсивные свойства используются аналитический и численный подходы. Аналитический метод основан на асимптотическом разложении по малому параметру, а численный — на моделировании гидродинамики в пакете OpenFOAM. Задача решается в двумерной постановке в подвижной системе координат. Рассматривались случаи синфазных и противофазных колебаний. Получены поля вторичных течений.

Результаты показывают, что даже при одинаковых параметрах колебаний гидродинамика крыльев с разными, но близкими профилями может значительно отличаться.

### Источники и литература

- 1) Голубев В.В. Лекции по теории крыла. М.; Л.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949.
- 2) Kim S., Hsiao Y.H., Ren Z., Huang J., Chen Y. Acrobatics at the insect scale: A durable, precise, and agile micro-aerial robot // Sci Robot. 2025. Vol. 10, No. 98. P. eadp4256. doi: 10.1126/scirobotics.adp4256.
- 3) Nuriev A.N., Egorov A.G. Asymptotic theory of a flapping wing of a circular cross-section // Journal of Fluid Mechanics. 2022. Vol. 941. P. A23.
- 4) Wu X., Zhang X., Tian X., Li X., Lu W. A review on fluid dynamics of flapping foils // Ocean Engng. 2020. Vol. 195. P. 106712.