

# АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В ПРИБЛИЖЕНИИ МОДЕЛИ ЭКМАНА

Гульденбальк Ю.Б., Компаниец Л.А., Володько О.С.<sup>1</sup>

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Россия, 660036 Красноярск,  
Академгородок, gulden86@mail.ru, kla@icm.krasn.ru

<sup>1</sup>Балтийский федеральный университет им. И.Канта, Россия, 236041, Калининград, ул.  
А.Невского, 14, olga.pitalskaya@gmail.com

Аналитические решения для упрощенных моделей уравнений гидродинамики давно и успешно применяются при анализе ветрового движения однородной жидкости. Первое решение для стационарного случая было получено еще в 1905 г. Экманом [1] и до сих пор не потеряло своей актуальности.

Но натурные наблюдения показывают, что чаще всего, в частности, на озерах, в летний период наблюдается нестационарное ветровое движение и аналитические решения такого типа могли бы найти применение для анализа данных измерений.

Рассмотрим систему уравнений Экмана:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial t} - fv &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}, \\ \frac{\partial v}{\partial t} + fu &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \nu \frac{\partial^2 v}{\partial z^2},\end{aligned}$$

где  $u(x, z, t)$ ,  $v(x, z, t)$  – горизонтальные составляющие скорости течения,  $\nu$  – постоянный коэффициент вертикального турбулентного обмена,  $g$  – ускорение свободного падения,  $f$  – параметр Кориолиса,  $\zeta(x, y, t)$  – возвышение свободной поверхности. Система дополнена граничными условиями, учитывающими влияние ветра на поверхности и условиями прилипания на дне.

Если предположить, что градиенты свободной поверхности невелики и ими можно пренебречь, то получим начально-краевую задачу для определения дрейфовой составляющей течения.

Решение для этой системы выписано в общем виде в [2].

Для нескольких сценариев изменения ветра удастся получить аналитическое решение, которое позволяет, в частности, определить время выхода решения на стационарное.

## Литература.

1. V.W. Ekman, 1905: On the influence of the earth's rotation on ocean-currents. Arkiv Mat. Astr. Fysik 2, No. 4.
2. Welander P. Wind action on a shallow sea: some generalisations of Ekman's theory. Tellus XX. 1968. Vol. 1. P. 1–16.