
IV Всероссийская (национальная) научная конференция с международным участием: «Наука, технологии, общество: Экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий» (НТО-IV-2023)

«Математическое моделирование переноса взвешенных веществ при проведении дноуглубительных работ»

Епифанов А.В., Епифанова М.А.

Постановка задачи

К основным работам в акватории водных объектов, оказывающим негативное влияние — относятся дноуглубительные работы на фарватерах, работы по добыче песка и прибрежное строительство. В ходе выполнения данных работ в водную среду попадают мелкодисперсные частицы, приводящие к повышению мутности и как следствие гибели водных биоресурсов. Негативное влияние оказывает как повышение концентрации взвешенных веществ, так и оседающие частицы, приводящие к утери мест нереста и гибели зообентоса.

Целью исследования является обоснование необходимости использования математического моделирования при дноуглубительных работах с целью минимизации воздействия на окружающую среду, а также с целью оценки ущерба принесенного окружающей среде. Для достижения поставленной были решены следующие задачи:

- Рассмотрены математические модели, учитывающие распространение взвешенных веществ.
- Систематизированы исходные данные для проведения математического моделирования переноса загрязняющих веществ при дноуглубительных работах.

Методы решения

Дноуглубительные работы могут проводиться в водоемах и водотоках, в зависимости от конфигурации водного объекта необходимо применить подходящую модель конвективно-диффузионного переноса и превращения веществ.

В общем виде математическая модель выглядит следующим образом (уравнение 1):

$$\begin{aligned} & \frac{dC}{dt} \\ & = D \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right) - u \frac{\partial C}{\partial y}; \\ & \frac{dC}{dt} \frac{\partial C}{\partial t} + v_x \frac{\partial C}{\partial x} + v_y \frac{\partial C}{\partial y} + v_z \frac{\partial C}{\partial z}. \end{aligned} \quad (1)$$

C – концентрация загрязняющего вещества в воде, г/м³;

x, y, z – координаты по соответствующим осям;

t – временной параметр, с;

v_x, v_y, v_z – компоненты скорости течения по соответствующим осям, м/с;

u – гидравлическая крупность взвешенных частиц, м/с ;

D - коэффициент турбулентной диффузии, м²/с.

Выводы

- Расчет переноса взвешенных веществ в водоемах, производится по методике приведенной в монографии профессора Караушева А.В. «Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод» [3], на основе уравнения 2.
- Расчет производился для нестационарного режима.
- Расчет поля концентрации производится до тех пор, пока оно не выйдет на стационар. В данном случае это происходит через 15 часов.



Рисунок 1. Поле распространения загрязняющего вещества через 11 часов работ



Рисунок 2. Поле распространения загрязняющего вещества после выхода на стационар.



Рисунок 3. Поле распространения слоя осадка за время работ

Поле загрязнения распространяется на 2000 метров. Объем загрязненной воды равен 7 296 000 м³. Максимальный объем загрязненной воды после 11 часов работы составляет 8 831 000 м³. Площадь выпавшего осадка 1560000 м².

КОНТАКТЫ

Епифанов А.В.¹, Епифанова М.А.²

Организация/университет:

- ¹Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А, Санкт-Петербург, 190000, Россия
- ²Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, ул. Большая Морская, д. 18, лит. А, Санкт-Петербург, 191186, Россия

E-mail: epifandr@vandex.ru