

УДК 502.3:681.3

Н.Е.Горбунов (асп. каф. ЭОП), А.И.Шишкин, к.т.н., проф.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТОВ ПРОГРАММ DESIGNLAB 8.0 И MATLAB ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗА КАЧЕСТВА ВОДЫ В ВОДОЁМАХ

Сейчас, в условиях обязательного выполнения предприятиями установленных нормативов сброса, нужно внедрять различные расчётные методы, позволяющие прогнозировать качество воды в водоёмах. Они необходимы как самим предприятиям, так и контролирующим органам.

Авторами рассмотрена возможность применения для этих целей таких всемирно известных пакетов программ, как DesignLab 8.0 (пакет САПР) и MatLab 5.2.1-6.1 (универсальный пакет математических программ с широчайшими возможностями).

В среде обоих пакетов составлены программы в виде схем в графическом редакторе Schematics – в DesignLab 8.0 и в пакете моделирования динамических систем Simulink – в MatLab 5.2.1-6.1.

В качестве реализации типовых моделей, имеющих наиболее широкое применение в инженерной практике, рассмотрены следующие виды моделей:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\omega \cdot C) + \frac{\partial}{\partial x}(Q \cdot C) = \frac{\partial}{\partial x}\left(\omega \cdot D_x \cdot \frac{\partial C}{\partial x}\right) - k_1 \cdot \omega \cdot C, \quad (1)$$

$$v_x \cdot \frac{\partial C}{\partial x} = D_y \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - k_1 \cdot C, \quad (2)$$

где ω – площадь поперечного сечения русла, м²; Q – расход воды, м³/с; v_x – средняя скорость течения, м/с; D_x , D_y – коэффициенты продольной и поперечной диффузии соответственно, м²/с; C – концентрация вещества, мг/л; k_1 – коэффициент биохимического окисления, 1/сут; t – время, с; x – продольная координата, м; y – поперечная координата, м.

Решены следующие задачи:

1. Прогноз качества воды в водоёмах с использованием моно- и бимолекулярной моделей, а также подбор параметров бимолекулярной модели с использованием решения, полученного по мономолекулярной модели.
2. Прогноз качества воды в водоёмах, а также расчёт предельно допустимого сброса (ПДС) путём реализации нестационарного одномерного и стационарного двухмерного уравнений КДП и ПВ с постоянными и переменными параметрами.

Как в Schematics, так и в Simulink программирование осуществляется составлением схемы замещения соответствующих уравнений. В дальнейшем, при необходимости решить аналогичную задачу при других параметрах модели достаточно поменять значения соответствующих констант, интеграторов или источников напряжения, которое соответствует концентрации благодаря аналогии уравнений, описывающих изменение напряжения в цепи замещения и уравнениям, описывающим изменение концентрации. Параметры модели задаются в виде постоянных значений напряжения, продолжительный сброс можно задать с помощью импульсного источника напряжения, а начальные значения концентраций в створах

(сечениях) задаются в виде начальных значений на интеграторах. На выходе с каждого интегратора можно снимать изменение концентрации с течением времени в соответствующем створе (сечении).

Недостатком применения уравнения (1) является отсутствие перемешивания по ширине реки, а недостатком уравнения (2) – невозможность задать продолжительный сброс, так как в схеме замещения этого уравнения каждый интегратор в следующий момент времени как бы меняет своё положение в продольном направлении. Но можно прекрасно решить вариант двухмерной задачи, когда источник загрязнения движется по течению с той же скоростью, что и вода в реке.

Выводы. Имитационное моделирование показало возможность использования пакетов прикладных программ Design Lab 8.0 и MatLab для обоснования оптимальных решений задач экологического нормирования. Результаты решений с использованием пакета имеют хорошую сходимость с аналитическими решениями. Проверка проводилась по уравнениям баланса вещества.

В результате разработанной методики показано, что пакеты прикладных программ Design Lab 8.0 и MatLab достаточно универсальны, и с их помощью можно реализовать разные типы моделей. Большим достоинством является возможность составления схем, позволяющих получить решение практических задач распространения загрязнений на больших расстояниях с переменным профилем и параметрами объекта и различным шагом аппроксимации. Составлена и проверена на работоспособность схема из 650 интеграторов, позволяющая получить решение одномерной задачи с неустойчивым решением. Составлены и проверены на работоспособность схемы для одномерной и двухмерной задач, предусматривающие изменения параметров водного объекта по его длине (площади поперечного сечения, скорости течения, диффузии).

В целом разработанная методика позволяет достаточно гибко реализовывать различные схемы аппроксимации, а также произвольные начальные условия и граничные условия I – III рода.

Сравнивая оба пакета между собой можно отметить, что в пакете MatLab 5.2.1-6.1 вычисление проводится намного быстрее (в 10 и более раз), а в более новых версиях, начиная с версии 5.3 добавлен специальный пакет – ускоритель моделирования.

Всё это делает использование данных пакетов прикладных программ очень актуальным для решения практических экологических задач.