

УДК 556.5.04:681.3

М.С.Бутянов (асп., СПбГТУРП), А.И.Шишкин, к.т.н., проф.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ МАТЛАВ 6.X ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ НОРМИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ ОТ ГРУППЫ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Математическое моделирование переноса примесей и прогнозирование состава окружающей среды получило развитие в последние годы в связи с острой необходимостью комплексного решения задач по региональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды.

Прогнозирование выступает как один из инструментов в процессе обоснования и принятия решения по уменьшению антропогенного воздействия.

При производстве исследований широко применяются современные средства вычислительной техники. Они являются не только эффективным средством решения инженерных задач, позволяют экономить много времени, средств и труда, но и открывают новые возможности в области исследований и проектирования.

Одним из мощнейших инструментов математического моделирования является пакет прикладных программ MatLab 6.X

Пакет MatLab был создан компанией Math Works более десяти лет назад. Работа сотен ученых и программистов направлена на постоянное расширение его возможностей и совершенствование заложенных алгоритмов. Спектр проблем, исследование которых может быть осуществлено при помощи MatLab, охватывает: матричный анализ, обработку сигналов и изображений, задачи математической физики, оптимизационные задачи, обработку и визуализацию данных, работу с картографическими изображениями, нейронные сети, нечеткую логику и многие другие.

Популярности системы способствует ее мощное расширение Simulink, предоставляющее удобные и простые средства, в том числе визуальное объектно-ориентированное программирование, для моделирования линейных и нелинейных динамических систем, а также множество других пакетов расширения системы

Процесс решения задачи нормирования нагрузки разбивается на несколько этапов, наиболее сложным из которых является расчет процессов конвективно-диффузионного переноса и превращения веществ (КДП и ПВ). Для выполнения этого этапа предлагается использовать метод имитационного моделирования.

На основе имеющихся гидроморфологических характеристик водоема (водотока) выбираем математическую модель КДП и ПВ, наиболее полно отвечающей нашей задаче. Выбранную математическую модель представляем в виде системы уравнений в конечно-разностной форме. При переходе к системе уравнений необходимо задать тип граничных условий. Так как законы процессов переноса вещества и электричества изоморфны, то возможен переход от величин массопереноса к электрическим величинам. Заменяем математические знаки схмотехническими элементами (сложение—сумматор, умножение—умножитель, интегрирование—интегратор), при этом водовыпуски необходимо поменять на импульсные источники.

По системе уравнений строим в подпрограмме MatLab6.X—Simulink схмотехническую модель, подставляем исходные данные и проводим численный эксперимент. При построении схмотехнической модели можно определять точность вычислений, изменяя количество расчетных элементов или сечений.

Результаты численного эксперимента можно представить в виде таблицы, которую можно импортировать в Excel, или интерпретировать в графики различного вида, во встроенном в MatLab графическом редакторе. Трехмерные эпюры распределения, наглядно показывают распределение концентраций по длине и ширине реки (для двухмерной модели).

При проведении численного эксперимента MatLab позволяет оперативно менять конфигурацию водовыпусков (концентрацию начального разбавления, расход, расстояние от фонового створа), их характеристики и количество. Вместе с тем программа обеспечивает точность, достаточную для инженерных расчетов (погрешность, в основном, определяется точность математической модели и используемыми коэффициентами диффузии и самоочищения).

Также необходимо отметить возможность интеграции MatLab с современными офисными программами. Пакет MatLab 6.X достаточно универсален, – в нем можно реализовать типовые схемы замещения разных моделей. Большим достоинством является возможность составления схем, позволяющих получить решение практических задач на больших расстояниях и для большого количества источников; причем задача решается не путем сложения отдельных решений для участков водотоков с несколькими источниками, а для всего бассейна в целом. Действительно важно, что при этой методике моделирования сохраняется то количество вещества, которое получается по уравнениям баланса (так в известной программе *Waste* это условие не выполняется). Возможность учета коэффициента неконсервативности веществ также является очень существенной, многие программы предполагают его учет, однако на практике этого или не происходит (например, Экопрогноз), или он дает ошибочные расчеты (например, *Waste*).