

# ОБ ИНТЕГРАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЯХ

В.Б. Таранчук, В.В. Таранчук

Кафедра компьютерных технологий и систем, Факультет прикладной математики и информатики,  
Белорусский государственный университет,

НИИ прикладных проблем математики и информатики Белорусского государственного университета  
Минск, Республика Беларусь

E-mail: taranchuk@bsu.by, victoria\_t@mail.by

*Обсуждаются вопросы применения систем компьютерной алгебры и специализированных графических пакетов при обучении студентов методам проектирования, разработки и сопровождения компьютерных моделей.*

## ВВЕДЕНИЕ

Математическое моделирование процессов, явлений в разных областях естествознания, экономики приобретает все более широкое распространение. Рост возможностей вычислительной техники и информационных технологий, востребованность компьютерных моделей в самых разных сферах деятельности придают особую актуальность подготовке специалистов по проектированию, созданию, адаптации, сопровождению математических моделей.

Проектирование и создание математических моделей, их реализация на компьютере в формате диалоговых интерактивных программ требуют участия разных специалистов, знаний и навыков очень широкого диапазона. Важной составляющей компьютерных моделей является сервисное программное обеспечение (ПО). Нужно научить студентов использовать имеющееся, профессионально разработанное ПО, чтобы минимизировать усилия при создании конкретных программных комплексов за счёт разумного и эффективного сочетания, интеграции в единую систему разрабатываемых, сервисных и специализированных модулей, программ, пакетов.

В докладе излагаются педагогические и технические аспекты организации учебного процесса из практики преподавания дисциплины «Компьютерный сервис вычислительного эксперимента» ([1]). На примерах отмечены применяемые подходы и рекомендуемые студентам решения для реализации индивидуальных заданий, проектов. Базовое программное обеспечение, используемое при преподавании в названном предмете – система компьютерной алгебры Wolfram *Mathematica* ([2]) и пакеты компании Golden Software ([3]), в частности, геоинформационная система Golden Software Surfer.

Система компьютерной алгебры (СКА) *Mathematica* компании Wolfram Research является одним из широко применяемых интегрированных программных комплексов мультимедиа-технологии. В системе реализованы и доступны пользователям практически все возможно-

сти аналитических преобразований и численных расчётов, она поддерживает работу с базами данных, графикой и звуком. *Mathematica* даёт пользователю возможности работать, анализировать, манипулировать, иллюстрировать графиками практически все функции чистой и прикладной математики. Система обеспечивает расчеты с любой заданной точностью; построение двух- и трёхмерных графиков, их анимацию, рисование геометрических фигур; импорт, обработку, экспорт изображений и звука.

Пакет Surfer широко используется в университетах США, Западной Европы, распространен в академических и отраслевых НИИ, исследовательских центрах и группах.

## I. О ЦИФРОВОМ ОПИСАНИИ ГЕОМЕТРИИ И ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Одной из ключевых при создании математических моделей физики, механики, химии является задача цифрового описания пространственных объектов, их геометрии, структуры и свойств. Например, при решении задач математического моделирования объектов геологии, подземной гидродинамики, экологии развивается концепция, следуя которой ядром и теоретической основой для построения компьютерных моделей является цифровое описание ограничивающих объём поверхностей, распределений изучаемых параметров на каждом выбранном пространственном слое (см., например, [4]). Таким параметром может быть, например, концентрация загрязняющего вещества в слое почвы, уровень дефолиации деревьев лесного массива на конкретном участке, температура в зоне лесного пожара, насыщенность нефтью пласта, значение абсолютной отметки уровня ограничивающей пласт (слой почвы, территории) поверхности. Исходными данными, как правило, являются значения наблюдаемого параметра в точках с известными геометрическими координатами, причём сами точки с замерами могут быть размещены на площади в плане нерегулярно (например, данные наблюдений неравномерно рас-

положенной сети станций, пунктов постоянного учета, трасс наблюдения).

В большинстве математических моделей значения всех параметров изучаемого объекта нужны на равномерной прямоугольной (правильной регулярной) сетке, т.е. нужно регулярное цифровое поле, а не рассеянное множество. Подобные цифровые поля – не что иное, как сеточные функции, а с ними можно работать средствами численного анализа. В частности, определять экстремумы, вычислять приращения (оценивать производные), выполнять арифметические действия с одним или несколькими полями, анализировать корреляцию, формировать иллюстрации одномерной, двумерной и трехмерной графики.

Задача восстановления сеточной функции предполагает вычисление значений аппроксимирующей функции в точках регулярной сетки по значениям на рассеянном множестве экспериментальных точек данных (наблюдений), т.е. создание массива значений сеточной функции по нерегулярному массиву значений в исходных точках. Построение регулярной сети представляет собой интерполяцию или экстраполяцию значений исходных данных на равномерно распределенные узлы в исследуемой области.

Большинство методов восстановления функции и построения цифрового поля основаны на вычислении весовых коэффициентов, с помощью которых взвешиваются значения данных замеров в точках наблюдений. Это значит, что при прочих равных условиях, чем ближе точка данных к узлу сети, тем больший вес она имеет при определении значения восстанавливаемой функции в этом узле равномерной сетки. Соответствующие алгоритмы реализованы в специализированных пакетах компьютерной графики, в географических информационных системах, например, Surfer, Tecplot, ArcGIS, MapInfo. Упомянутые алгоритмы в конкретном ПО обычно являются «ноу-хау» инструментами и описаны только с позиций «как выполнять обработку». Специализированные программы предоставляет пользователю несколько методов восстановления, каждый из которых использует свой алгоритм. Цифровые поля, построенные по одним и тем же данным с помощью различных методов, могут отличаться друг от друга. Заметим, что речь идет о сложных алгоритмах, реализация которых трудоемка, а альтернативой является включение в разрабатываемые компьютерные модели модулей из названных пакетов, систем.

## II. ПРИМЕРЫ ТЕМ ПРОЕКТОВ

Задачи изучения методов, алгоритмизации и программирования аппроксимирующих сеточных функций являются содержанием индивидуальных заданий и проектов. Для изучения и программирования студентам предлагаются разные методы восстановления функции и построения

цифрового поля (каждому один, а какой определяют преподаватели).

Предлагаемые для программной реализации методы:

- триангуляция с линейной интерполяцией,
- минимальной кривизны,
- полиномиальной регрессии,
- степени обратного расстояния,
- Шепарда,
- радиальных базисных функций,
- Крайгинга.

Составные части (этапы выполнения) предлагаемых для реализации студентами проектов:

- ▷ в СКА *Mathematica* построить модель криволинейной поверхности (границы объема) с указанными преподавателем параметрами рельефа (у каждого индивидуальный вариант);

- ▷ симитировать измерения уровней поверхности в отдельных точках и экспортировать координаты этих точек в массив с записью в оговоренном формате;

- ▷ настроить приём данных в Surfer; выполнить расчёт аппроксимирующего цифрового поля по указанному преподавателем методу в Surfer, экспортировать результаты;

- ▷ запрограммировать метод самостоятельно, выполнить расчёт по тем же данным, что и в Surfer; экспортировать результаты;

- ▷ принять в *Mathematica* результаты, полученные в Surfer и своём приложении; средствами СКА проанализировать и визуализировать распределение погрешности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение всех заданий дисциплины «Компьютерный сервис вычислительного эксперимента» предполагает использование рекомендуемых профессиональных программных средств ведущих производителей, что способствует повышению культуры программирования, позволяет ориентировать студентов на разработку уникальных модулей, не тратя усилия на сервис.

1. Таранчук, В. Б. Компьютерный сервис вычислительного эксперимента / В. Б. Таранчук // Типовая учебная программа для учреждений высшего образования по специальности 1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям). – №ТД-С.408/тип. – утв. 30.04.2012 г.
2. Wolfram *MATHEMATICA*. Наиболее полная система для современных технических вычислений в мире [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.wolfram.com/mathematica>. – Дата доступа: 8.09.2014.
3. Официальный сайт компании Golden Software [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.goldensoftware.com>. – Дата доступа: 8.09.2014.
4. Барвенков, С. А. Методика, инструментарий адаптации математических моделей процессов подземной гидродинамики / С. А. Барвенков, М. Ф. Кибаш, В. Б. Таранчук // Выбранные научные работы БДУ. – 2001. – С. 7–33.