

А.В. Браилов

## **Опыт применения «Матричного калькулятора» на практических занятиях по математической статистике**

Использование какой-либо компьютерной программы на практических занятиях под руководством преподавателя или же в самостоятельной работе студентов самым радикальным образом отражается на ходе учебного процесса. Соответственно, содержание понятий *активные* и *интерактивные формы проведения занятий* становится в значительной степени зависимым от применяемого программного обеспечения (ПО).

Современное математическое ПО является важнейшим компонентом обучения студентов количественным методам в экономике и финансах. Вместе с тем, по мнению автора, профессиональное математическое ПО (Mathematica, MATLAB, EViews, ...) является слишком «тяжеловесным» инструментом для проведения занятий в активной и интерактивной форме. Что же касается такого относительно «легкого» продукта как MS Excel, то, несмотря на хорошие визуальные характеристики, его применению в качестве инструмента для активных (интерактивных) занятий могут препятствовать проблемы с вербализацией решений задач. Заметим, что в связи с широким распространением письменного экзамена по математическим дисциплинам, неумение студентами объяснить полученного ими решения становится привычным явлением, а широкое применение MS Excel может только усугубить данную проблему.

«Матричный калькулятор» (МК) – разработанная автором компьютерная программа, предназначенная для выполнения студентами разнообразных расчетов при выполнении лабораторных работ, аудиторных и домашних заданий, а также при написании курсовой работы по математической статистике. Обладая про-

стым интерфейсом, данная программа выполняет множество функций, присущих профессиональному математическому ПО. Именно благодаря сочетанию простоты и мощности «Матричный калькулятор», по мнению автора, является наилучшим инструментом обучения студентов количественным методам в активной форме. По сути МК является интерпретатором языка программирования высокого уровня, основные синтаксические конструкции которого подобны соответствующим конструкциям таких языков программирования как С и С++. Матрица и суперматрица – важнейшие типы данных МК. Матрица – это таблица действительных чисел, тогда как суперматрица – таблица, элементами которой могут быть объекты любых других типов, в том числе матрицы и строки символов. Множественный вызов функции – синтаксическая конструкция, позволяющая во многих случаях сократить код программы путем замены цикла по всем элементам матрицы (или суперматрицы) на простой (по виду) вызов функции. Цель разработки нового языка состояла в том, чтобы написанная студентом типичная учебная программа была легко читаемой и короткой (целиком помещалась на одном экране компьютера).

Основные матричные операции в МК поддерживаются на уровне синтаксиса. При этом имеется возможность задавать как классические матричные операции, так и операции, понимаемые в духе множественного вызова соответствующих скалярных алгебраических операций. Склейка матриц (суперматриц) и их явное поэлементное определение осуществляется с помощью квадратных скобок. Особо отметим операцию «деление слева», которая с помощью одного символа «\» позволяет приближенно решать системы несовместных алгебраических уравнений методом наименьших квадратов. Операция «@» задает объединение матриц, являющихся элементами суперматрицы. Операции сравнения и логические операции над матрицами выполняются поэлементно. Так, если  $A$  – матрица, то выражение  $A > 0$  задает матрицу того же размера, состоящую из нулей и единиц (1 на месте положительного элемента). Функция  $select(A, B)$  отбирает из матрицы  $A$  строки, удовлетворяющие условию  $B$ .

Язык позволяет определять новые функции, однако, эти определения занимают лишь небольшую часть типичной учебной программы. Некоторые интересные программы вообще не содержат новых функций. Это объясняется тем, что МК предоставляет библиотеку стандартных функций, обеспечивающих большинство вычислений, выполняемых студентами при изучении математической статистики. Графические возможности МК реализуются стандартными функциями, позволяющими рисовать оси координат, линии и гистограммы. Другие стандартные функции позволяют загружать/сохранять матрицы и суперматрицы. Так, функция `loaddaily` считывает временной ряд (столбец) из текстового файла определенной структуры.

Особенностью МК является меню Примеры. Данное меню позволяет выбрать «готовую» программу и тут же загрузить ее в окно редактора. Теперь программу можно либо сразу выполнить, либо предварительно внести некоторые изменения. Как показывает опыт, эта возможность позволяет ускорить процесс освоения МК. Перечислим некоторые программы-примеры:

- Модель Леонтьева.
- Криптоалгоритм RSA.
- Числа Фибоначчи.
- Касательный портфель.
- Биномиальная модель, курс акции.
- Биномиальная модель, цена опциона.
- Критерий Пирсона.
- Линейная регрессия.

Программа МК легко устанавливается и выдается студентам для установки на личных компьютерах с целью выполнения курсовых работ и домашних заданий. При проведении практических занятий в компьютерном классе весьма желательно, чтобы студенты могли по сети посылать созданные ими программки на компьютер преподавателя, а у преподавателя была возможность отображать на большом экране программы и результаты их работы. Также необходимо, чтобы у каждого студента был свой компьютер, так как в противном случае часть студентов становятся пассивными наблюдателями.

Студент, выполнивший очередное задание, сохраняет программку под своей фамилией и посылает ее на компьютер преподавателя. Когда заканчивается время, отведенное на самостоятельное решение задачи, преподаватель выполняет одну из присланных программ и показывает на большом экране результат ее работы. В большинстве случаев уже по отображенному результату (до просмотра кода) становится понятно, решена задача или нет. После этого преподаватель может показать код программы и обсудить со студентами достоинства и недостатки представленного решения. Короткие и ошибочные программки полезно обсуждать, так как на их примере выявляются типичные ошибки. Длинную или неудобочитаемую программу лучше сразу пропустить и перейти к рассмотрению других присланных программ.

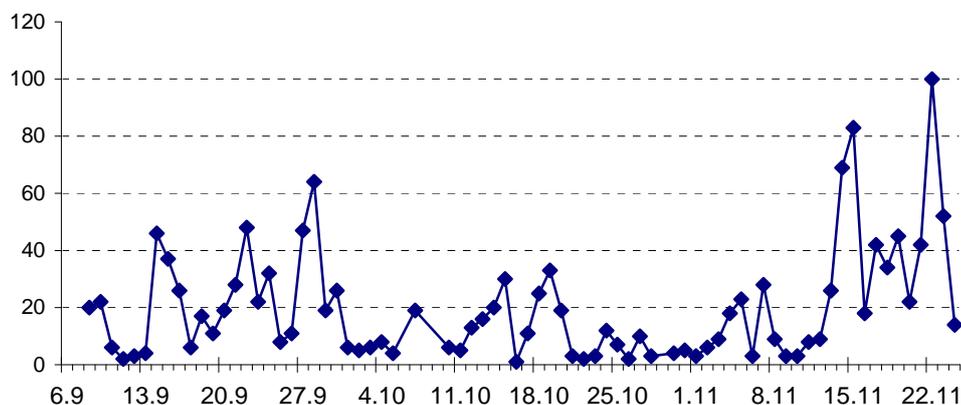
Основное назначение МК – выполнение курсовой работы по математической статистике. Для незнакомого с программированием студента такое задание является достаточно сложным даже после нескольких практических занятий в компьютерном классе с МК. Поэтому еще до начала непосредственной работы над курсовой целесообразно провести относительно несложную лабораторную работу, которая, с одной стороны, дала бы студентам дополнительные навыки, с другой – позволила бы проконтролировать готовность к выполнению более сложной работы.

Автором было принято решение открыть для студентов доступ к курсовым работам прошлых лет. Опыт нескольких лет показал, что опасения, связанные с плагиатом, не подтвердились. Дело в том, что студент, выбравший не новую тему, в большинстве случаев вносит существенные изменения в программы своих предшественников, что возможно только при очень хорошем понимании прошлой работы. Те же студенты (меньшая часть), кто просто копирует старые программы, вынуждены прогонять их на новых данных, что приводит к изменению основного текста. Активная форма защиты также страхует от возможных отрицательных последствий плагиата.

Для обеспечения доступа студентов к курсовым работам прошлых лет автором был создан сайт, где кроме самих работ

были размещены: список тем, требования к оформлению, текущее распределение тем и видов данных. На следующем рисунке изображен график активности посещения этого сайта студентами.

Динамика обращений к сайту  
(число открытых страниц за сутки)



Четко выделяются два периода повышенной активности – в сентябре, когда студентам необходимо было выбрать тему, и во второй половине ноября, когда приблизился срок сдачи курсовой работы.

«Матричный калькулятор» по сравнению с современными профессиональными математическими инструментами является достаточно простой программой, что позволяет заинтересованному преподавателю быстро освоить все ее возможности. Такой преподаватель может проводить занятия в компьютерном классе по математической статистике в максимально активной (*супер-активной*) форме, поскольку студенты, освобожденные от рутинных операций, концентрируют свои усилия на разработке *схем* вычислений, а сам преподаватель в состоянии эффективно взаимодействовать со студентами в процессе решения предложенных им задач.