

# **ПРОГРАММНАЯ ПОДДЕРЖКА ФАКУЛЬТАТИВНОГО ПРАКТИКУМА «СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ» ДЛЯ МАГИСТЕРСКИХ ПРОГРАММ ГУМАНИТАРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ**

**А.А. Захаров, И.Г. Захарова**

В последние годы в связи с переходом на ФГОС ВПО существенно сократился объем дисциплин по информационным технологиям и математическому моделированию на гуманитарных и управленческих направлениях подготовки (история, политология, психология, социология, менеджмент и т.д.). В то же время, сопоставление содержания отечественных образовательных программ с программами обучения по родственным направлениям в университетах США, Канады, Великобритании и других стран свидетельствует о явном отставании от международных требований к подготовке магистров-гуманитариев (которые часто позиционируются как начинающие исследователи) в области прикладной математической статистики, имитационного моделирования, вычислительного эксперимента.

Разработанный факультативный практикум «Суперкомпьютерные технологии имитационного моделирования» ориентирован на ознакомление студентов, имеющих самую элементарную подготовку по информатике, с возможностями суперкомпьютерных технологий для проведения вычислительных экспериментов с имитационными моделями.

Поскольку стохастические модели могут вполне адекватно описывать такие процессы, как обучение и оценивание его результатов, проведение экспертной оценки тех или иных объектов, формирование рабочих групп, спортивных команд или партийных коалиций, а также других социальных процессов, имеющих указанные выше особенности [1, 2, 3, 4, 5, 9], открывается возможность достаточно широкого выбора исследуемого процесса.

Особый интерес для студентов гуманитарных направлений представляет использование стохастических моделей для выявления факторов, влияющих на ход и результаты моделируемого процесса при решении слабоформализуемых задач [12], в том числе и для задачи поэтапной выработки компромиссного решения в условиях неопределенности, которая и послужила основой для разработки учебно-исследовательских компьютерных программ. В частности, в постановке, развивающей имитационные модели [10, 11] с использованием подходов [3, 6, 8], были разработаны приложения для имитационного моделирования парламентских выборов и последующего формирования коалиционного правительства.

Пользователь может использовать подсистемы со следующим функционалом: генерация случайных чисел с заданным законом распределения; генерация или непосредственный ввод позиций партий; генерация характеристик функции распределения позиций избирателей; прогонка модели, состоящая в выполнении последовательности симуляций для определения результатов выборов.

Прогонка модели включает выполнение симуляций при варьировании (для конкретных типов распределений позиций партий и избирателей) математического ожидания, дисперсии и параметра скоса и весовых коэффициентов для функции полезности, определяющей выбор. Предусмотрены следующие режимы варьирования параметров: случайное с заданным законом распределения, регулярное с заданным шагом, непосредственный ввод пользователем.

В результате прогонки модели определяются математическое ожидание и дисперсия для таких показателей результатов выбора, как пропорции голосов по каждой партии, поляризация партий, медиана выборки избирателей и др. Полученные при прогонке данные затем могут быть обработаны с помощью любого статистического пакета для более детального анализа и выявления тех или иных зависимостей, но и без этого они достаточно наглядны и понятны.

Второе приложение позволяет не только получить результаты выборов, но и провести вычислительный эксперимент для определения возможности поэтапного формирования коалиционного правительства парламентскими партиями.

Коалиции на каждом этапе построены из всех возможных, в общем случае неравновероятных, сочетаний парламентских партий. Например, маловероятна коалиция двух партий предлагающих непересекающиеся наборы кандидатур на ведущие посты в правительстве. Для каждой коалиции случайным образом распределяются места в правительстве и определяется его позиция. В частности, могут использоваться и средневзвешенные (по числу портфелей) значения для получения нормально распределенных случайных значений, и просто случайно выбранные значения из позиций партий данной коалиции и т.д.

Сравнение вычисленных значений функции полезности для всех партий во всех коалициях с ее значениями, полученными в предыдущем цикле симуляций, определяет дальнейшие действия. Сначала отбираются продуктивные коалиции, обеспечивающие увеличение значений функции полезности для всех участников, а также для партий, которые не вошли в коалицию, но могут поддержать ее в парламенте.

Случайный выбор одной из продуктивных коалиций определит позицию правительства для следующего этапа (цикла пересчета функции полезности). Компьютерная реализация модели предполагает задание количества таких итераций. Если продуктивных коалиций нет, то они формируются заново - также с определенными заранее ограничениями на число итераций в случае неудачи.

Кроме того, возможен вариант построения решения, адекватно описывающий реальный процесс, когда неудачные попытки формирования правительства могут способствовать уменьшению антагонизма между партиями.

Описание алгоритмов показывает, что они довольно просты и понятны даже студентам, не имеющим специальной подготовки в этой области. Все расчеты происходят во вложенных циклах `for`, что позволяет, с одной стороны, наглядно показать возрастание объема вычислений при увеличении числа итераций в каждом из циклов (тем более, когда их требуется порядка 5-10 тысяч). С другой же стороны, именно на примере этих алгоритмов прекрасно демонстрируется возможность распараллеливания вычислений с помощью разных технологий (OpenMP, MPI).

Результаты расчетов без учета характеристик совместимости согласуются с результатами [3], в то же время расширение модели позволило использовать менее формальную постановку исходной задачи.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. D. J. Bartholomew Stochastic models for social processes. J. Wiley, 1973. – 411 p.
2. N Gilbert., Troitzsch K. Simulation for the social scientist. Open University Press, McGraw-Hill Education, 2005. – 312 p.
3. M. Golder, S. Golder, D. Siege. Modeling the Institutional Foundations of Parliamentary Government Formation// Journal of Politics, № 74, 2012. – P.427 - 445.
4. J.H Miller, S.E. Page. Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life. - Princeton, NJ: Princeton University Press, 2007.
5. F. Mosteller. Stochastic Models for the Learning Process// Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 102, No. 1 (Feb. 17, 1958). - P. 53-59.
6. E.M. Penn. A Model of Farsighted Voting// American Journal of Political Science, 53 (1), 2009. – P.36–54.
7. A. Rozinata, M.T. Wynn, W.M.P. Aalsta etc. Workflow simulation for operational decision support// Data & Knowledge Engineering. Sixth International Conference on Business Process Management. Volume 68, Issue 9, September 2009. – P. 834–850.
8. N. Schofield, I. Sened. Multiparty Democracy: Elections and Legislative Elections. - New York: Cambridge University Press, 2006.
9. Т.П. Васильева, Б.И. Мызникова, С.В. Русаков. Стохастическое моделирование процесса формирования городов// Управление большими системами, №37, 2012. - С.164-179.
10. А.А. Захаров, И.Г. Захарова. Имитационное моделирование в задачах анализа предпочтений // Вестник Тюменского государственного университета, №7, 2011. – С. 172-174.
11. И.Г. Захарова, А.Н. Пушкарев. Математическое обеспечение динамической интегрированной экспертной системы поддержки принятия решений в маркетинге // Вестник Тюменского государственного университета, №4, 2012. – С. 151-155.
12. Р. Шеннон. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. М.: Мир, 1978. – 418 с.