

матрица, M - диагональная вырожденная матрица, ϕ, θ - выпуклые, собственные и полунепрерывные снизу функционалы.

Данная задача эквивалентна решению следующего включения:

$$\begin{pmatrix} M & 0 & L^t \\ 0 & E & -E \\ L & -E & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y \\ p \\ \lambda \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \partial\phi(y) \\ \partial\theta(p) \\ 0 \end{pmatrix} \ni \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ f \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Для решения этой задачи применялись:

- “классический” градиентный метод с регуляризацией (сглаживанием) функции ϕ ;
- метод расщепления;
- метод Узавы с предобуславливателем.

Для контроля вычислений использовались как норма невязки, так и норма погрешности, для вычисления которых необходимо знание точного решения. Оно было найдено двуступенчатым методом с предобуславливателем L и методом SOR.

Были численно протестированы все перечисленные итерационные методы решения задачи (2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапин А. В. *Итерационные методы решения сеточных вариационных неравенств.* - Казань.: Изд-во Казан. ун-та, 2008. - 132 с.

Ф. А. Хотова

*Смоленский государственный университет,
fatima121185@mail.ru*

ПРЕИМУЩЕСТВА СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСЦИЛЛОГРАФОВ С СИСТЕМОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ MATLAB

Осциллограф имеет качество, делающее его уникальным и незаменимым прибором, — он позволяет исследовать и отображать реальные сигналы. Несмотря на то, что возможности современных осциллографов (например, фирмы Tektronix) в обработке сигналов довольно велики, системы компьютерной математики обладают более широким набором средств для обработки реальных осциллограмм.

Среди неоспоримых преимуществ совместного использования измерительных приборов с СКМ MATLAB можно выделить следующие:

- спектры строятся в окне системы, которое можно менять в размерах и перемещать по большому экрану ПК;
- все данные о сигнале и его спектре переносятся и хранятся в рабочем пространстве системы MATLAB и доступны для дальнейшей глубокой обработки;
- современные измерительные приборы имеют ограниченные средства для выполнения математических операций с сигналами, полученными с нескольких каналов; по числу и возможностям таких операций система MATLAB, будучи математической системой, превосходит возможности цифровых измерительных приборов;
- результаты вычислений (например, для графика кумулятивного интегрирования методом трапеций) могут иметь большие значения, выходящие за рамки, доступные для измерительных приборов, что также является достоинством системы при обработке сигналов;

- у многих осциллографов спектр строится только в логарифмическом масштабе, в то время как в системе MATLAB можно строить спектры в линейном масштабе;

- в осциллографах и анализаторах спектра применяется до 3–6 типов окон, в то время как в системе MATLAB их полтора десятка;

- с помощью системы MATLAB можно применять новейшие методы обработки сигналов, к которым относятся кратковременное оконное преобразование Фурье, вейвлет-анализ; пока эти методы в серийных осциллографах, даже дорогих и мощных, не применяются, хотя кратковременное скользящее преобразование Фурье уже используется в некоторых современных анализаторах спектра радиочастот реального времени (например, Tektronix серий RSA 2000/3000);

- построение спектрограмм частотно-модулированного сигнала;

- возможность применения методов и средств различных пакетов расширения системы MATLAB для обработки сигналов, в частности методы пакета по биоинформатике, к которым можно отнести, например:

А. метод коррекции базовой линии;

В. метод выравнивания и нормализации спектрометрических данных;

С. метод перевыборки отсчетов спектров;

Д. функция автоматического поиска пиков спектра;

Е. методы подавления шумов в спектре;

Ф. применение кластеризации для выявления наиболее важных линий спектрограмм;

Описанные примеры – лишь небольшая часть тех возможностей, которые дает технология совместного применения современных осциллографов с СКМ. Существуют, например, такие возможности, как работа с изображениями, управление измерительными приборами с помощью СКМ и даже из интернета, методы дискретного вейвлет-анализа и т. д. При использовании осциллографов с открытой архитектурой (на базе системной платы стандартного ПК) СКМ могут устанавливаться на встроенный жесткий диск таких осциллографов. В ближайшее время можно ожидать дальнейшего встраивания средств СКМ в аппаратные решения цифровых осциллографов, что означает уже полную их интеграцию с СКМ.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дьяконов В. П., Хотова Ф. А. *Компьютерная математика в измерениях*. – Смоленск, ВА ВПВО ВС РФ, 2010.

2. Хотова Ф. А. *Спектральный анализ реальных осциллограмм в системе MATLAB* // Тр. Российской летней школы “Математическое моделирование фундаментальных объектов и явлений в системах компьютерной математики” (ММ СКМ2) и Российского семинара “Нелинейные поля и релятивистская статистика в теории гравитации и космологии”, 6 – 10 сентября 2010 г., Казань – Яльчик. – Казань: Изд-во «Фоллиант», 2010. – С. 104–112.

3. Хотова Ф. А. *Автоматический поиск пиков в спектре с помощью средств пакета биоинформатики системы MATLAB* // Известия Смоленского государственного университета. – 2010. – № 2. – С. 156–165.

4. Хотова Ф. А. *Оконное преобразование Фурье в системе MATLAB “Системы компьютерной математики и их приложения: материалы международной конференции”*. – Смо-

ленск: Изд-во СмолГУ, 2009. – Вып. 10. – С. 103–108.

5. Хотова Ф. А. *Кратковременное (оконное) преобразование Фурье в системе MATLAB* // Системы компьютерной математики и их приложения: материалы XI межд. науч. конф., посв. 70-летию профессора В.П. Дьяконова. – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2010. – Вып. 11. – С. 90–94.