

**ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ
ИНТЕРВАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ
НА ФАКУЛЬТЕТЕ ПРИКЛАДНОЙ
МАТЕМАТИКИ – ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Г.Г.Меньшиков

В работе рассказано об опыте, накопленном автором, по преподаванию интервальной математики в Санкт-Петербургском университете. Дается краткий обзор общего и специальных курсов, предлагаемых студентам, а также индивидуальных заданий по вычислительному практикуму.

**THE TEACHING EXPERIENCE
OF INTERVAL COMPUTATIONS
AT THE DEPARTMENT OF APPLIED MATHEMATICS
AND CONTROL PROCESSES
OF ST.-PETERSBURG UNIVERSITY**

G.G.Menshikov

The work deals with the experience accumulated by its author in teaching interval mathematics in St.-Petersburg University. The brief review of the general and special courses proposed to the students, as well as individual works on computing practicum are given.

Интервальные вычисления были впервые введены в учебный процесс на нашем факультете в 1987/88 учебном году в курсе "Введение в специальность" в связи с обсуждением проблемы достоверности компьютерных вычислений [1, 2]. В том же учебном году был начат эксперимент по чтению интервальных спецкурсов, в результате которого был накоплен первоначаль-

Н
а
П
М
Х

Я
В
С
О
В
Н
Н
Ф
И
К
И
В
З
З
Н
И

”
Т
а
З
р
М
В
м
н
л
м
с
я
т

ный опыт преподавания и в 1990 году выпущена группа специалистов. По материалам этого этапа работы написано учебное пособие [3]. Мы убедились в том, что все студенты-математики могут и должны получать представление об интервальном подходе к численному решению математических задач.

В настоящее время базовым по интервальным вычислениям является курс "Автоматизированные системы научных исследований" (АСНИ), который читается для студентов третьего курса отделения "Целевая интенсивная подготовка специалистов" в объеме 32 лекционных часов. Эта дисциплина посвящена основам интервальных вычислений и решению в интервальной манере нескольких традиционных вычислительных задач: построению таблиц функций, исследованию знака и локализации нулей функций одного аргумента, выяснению характера монотонности и выпуклости, суммированию рядов, элементам интегрирования. К этому общему курсу примыкают специальные: "Интервально-итерационные процессы" и "Введение в интервальное интегрирование дифференциальных уравнений", читаемые, к сожалению, значительно меньшему числу студентов. Все эти курсы предназначены для математиков-пользователей интервальных программных систем, которым не обязательно знать тонкости организации интервальных стандартных процедур.

Другую группу специальных курсов и семинаров составляют "Арифметическое введение в интервальные вычисления" и "Интервальное представление стандартных функций". Они также адресованы узкому кругу студентов, имея целью подготовить создателей интервальных программных систем. В первом из них рассматриваются различные интервально-арифметические системы, различные способы "направленного округления", ставится вопрос о достаточных условиях, которым должна удовлетворять машинная арифметика, чтобы формируемые машиной интервальные расширения $F(X)$ функций $f(x)$ действительно удовлетворяли бы условию $F(X) \ni f(x)$ (требование состоятельности) и были монотонными по включению. Во втором из них рассматривается проблема создания интервальных процедур для стандартных трансцендентных функций.

В меру обеспеченности студентов вычислительной техникой

вводятся индивидуальные домашние задания. Так, в этом году в рамках курса АСНИ студенты выполняли задание "Исследование функции одного аргумента с помощью интервальной автоматизированной системы изучения знака". Получив выражение функции через стандартные, студент находит первую и вторую производные – их аналитические представления. Для каждой из функций f'' , f' и f студент аналитически выясняет часть числовой оси, где она не меняет знака, и получает отрезок, на котором с помощью ЭВМ проводится интервальное исследование знака.

Упомянутая автоматизированная система, "двигаясь" по оси x слева направо, выясняет для функции φ (т. е. для f'' , f' , f) промежутки минимальной длины, на которых интервальное расширение $\Phi(X)$ содержит нуль, а также промежутки, на которых $\Phi(X) > 0$ и $\Phi(X) < 0$. Различие знаков на промежутках, прилегающих к обнаруженному "0-интервалу" X^* (для которого $0 \in \Phi(X^*)$) дают основание судить о действительной перемене знака функции φ . Постоянство знака $\Phi'(x)$ на 0-интервале в этом случае гарантирует единственность точки перемены знака. Напротив, если 0-интервал заключен между интервалами с одним и тем же знаком $\Phi(X)$, то нуль функции φ на этом интервале может отсутствовать.

Далее, интервал X , заключающий точку перемены знака $\varphi'(x)$, позволяет вычислить "вилку" для соответствующего локально-экстремального значения функции φ .

В своем отчете о выполнении задания студент интерпретирует результаты машинных вычислений. Для всех характерных точек x и значений $\varphi(x)$ приводятся полученные "вилки", а также приближенное представление "вилки" одним числом со всеми верными цифрами (это число получается округлением с последовательным отбрасыванием несовпадающих младших разрядов левых и правых границ вычисляемых интервалов).

По-видимому, будет введено также аналогичное задание по суммированию рядов.

Развитию такого рода практической работы препятствует слабая обеспеченность вычислительной техникой. Для учебного процесса на факультете важно то, что машинный достоверный рас-

чет соединяется с аналитическим исследованием.

Содержание всех этих курсов, их объем еще не вполне устоялись. Очередной годичный цикл не повторяет в деталях предыдущего.

Мы надеемся на то, что наше включение в международное сотрудничество специалистов по интервальной математике улучшит учебный процесс в Санкт-Петербургском университете.

Литература

1. Меньшиков Г.Г., Методические указания по курсу "Введение в специальность." (Целевая интенсивная подготовка специалистов). 1. Проблема достоверности вычислений на ЭВМ, Л.: ЛГУ, 1988.
2. Меньшиков Г.Г., то же. 2. Простейшие численные методы, Л.: ЛГУ, 1990.
3. Меньшиков Г.Г., Практические начала интервальных вычислений: Учебное пособие, Л.: ЛГУ, 1991.

198904 С.-Петербург, Петродворец
Библиотечная площадь 2
Университет, факультет ПМ-ПУ

Department of Applied Mathematics
and Control Processes
St-Petersburg University
Bibliotechnaya sq. 2
Petrodvorets
St-Petersburg 198904
Russia