

Среднеквадратичная погрешность измерения как функция времени осреднения:

1 — теоретическая кривая для гауссова сигнала при ширине радиоимпульса $5 T_d$; 2 — то же, при ширине радиоимпульса $10 T_d$; 3 — кривая для пуассоновского потока малой концентрации, рассчитанная с помощью ЭВМ.

Увеличение концентрации частиц (при низких начальных концентрациях) ведет к некоторому увеличению вариаций, однако это увеличение ощутимо лишь для концентраций, отличающихся между собой на порядок.

Значение вариаций обратно пропорционально корню квадратному из относительной ширины радиоимпульса, которая представляет собой отношение длительности радиоимпульса к длительности доплеровского периода и определяется геометрией оптической системы [1], т. е. отношением радиуса подающего пучка к расстоянию между пучками.

При достаточно длинных реализациях сигнала среднее значение текущего периода отличается от истинного периода доплеровской частоты не более чем на 0,5%, т. е. методическая погрешность измерения средней скорости с помощью лазерных доплеровских измерителей не превышает 0,5%. Величина отношения шум/сигнал, которая определяется полной вариацией периода и характеризует предел точности при измерениях турбулентности, может быть снижена, главным образом, за счет увеличения относительной ширины радиоимпульса, а также за счет увеличения времени осреднения. Как следует из расчетов, для снижения отношения шум/сигнал до уровня одного процента при относительной ширине радиоимпульса, равной 10, требуется, чтобы время осреднения составляло не менее $100 T_d$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Г. Василенко, Ю. Н. Дубнишев, В. П. Коронкевич, В. С. Соболев. Сравнение некоторых оптических схем лазерных измерителей скорости.— ПМТФ, 1972, № 5.
2. А. Г. Сенин, В. С. Соболев, Ю. Н. Дубнишев. Оценка потенциальных возможностей лазерного доплеровского измерителя скорости потоков жидкостей и газов по точности.— Автометрия, 1972, № 5.

Поступило в редакцию
30 мая 1972 г.

УДК 681.3.06

Е. Г. БАБАТ, Б. С. ДОЛГОВЕСОВ, Ф. М. ИЗРАЙЛЕВ
(Новосибирск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАЛОГОВОГО ГРАФИЧЕСКОГО ТЕРМИНАЛА «ЭКРАН» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

При использовании ЭВМ для моделирования различных физических процессов часто возникает необходимость в динамическом отображении хода решения задачи и оперативного вмешательства в него со стороны экспериментатора.

Система графического взаимодействия «Экран» — буферная память, устройства вывода (экран визуализации, печатающая машинка), устройства ввода (световое перо, клавиатура печатающей машинки) [1, 2], подключенная к ЭВМ БЭСМ-6, — предоставляет пользователю возможность наблюдать на экране динамику вычисляемых процессов и осуществлять взаимодействие со своей программой. Для диалога с ЭВМ БЭСМ-6 пользователь системы «Экран» располагает пятью приказами, подаваемыми с пульта системы: «Вывод», «Ввод М», «Ввод П», «Автономная работа», «Отказ».

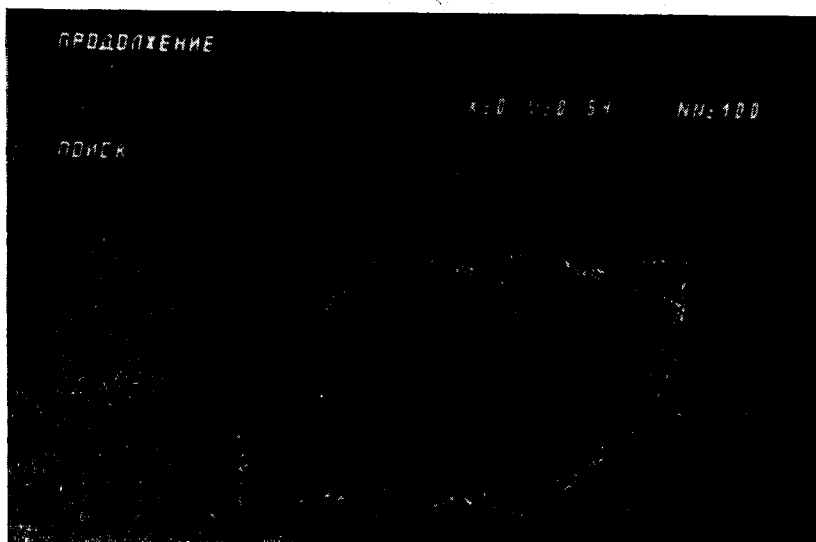


Рис. 1.

По приказу «Вывод» на «Экран» начинает выдаваться динамически меняющееся изображение — режим вывода «Кино». Для старт-стопного режима вывода по приказу «Вывод» выдается единичный кадр с изображением.

При подаче приказа «Ввод М» в ЭВМ передается массив, находящийся в буферной памяти «Экрана»; при подаче приказа «Ввод П» в ЭВМ передается координата и адрес элемента, указанного световым пером.

Приказом «Автономная работа» останавливается вывод динамически меняющегося изображения. Вмешательство с пульта в ход выдачи может быть произведено на любом кадре без планирования момента взаимодействия при составлении программы пользователем. После работы над изображением на экране в автономном режиме (стирание, добавление линий, нанесение символов и т. д.) можно произвести ввод информации в ЭВМ (приказы «Ввод П» и «Ввод М») или продолжить вывод (приказ «Вывод»).

По приказу «Отказ» связь задачи с системой «Экран» прекращается. Задача в принципе может продолжать находиться в решении, но право связи с «Экраном» будет передано другой задаче, ждущей диалога.

Ход диалога пользователя с БЭСМ-6 комментируется в виде служебных сообщений, выводимых на устройства самой системы «Экран» (рис. 1). Высокая скорость передачи информации по каналу связи ($200 \cdot 10^{-6}$ байт/с) и высокие скорости отображения графической информации (40 мкс/символ, 60 мкс/вектор, 35 мкс/точка) позволяют наблюдать на экране визуализации динамику процессов в реальном времени.

Описанные возможности системы были использованы для решения задач по исследованию структуры фазовой плоскости нелинейного осциллятора, находящегося под действием внешней силы. Такой осциллятор может служить удобной моделью для исследования устойчивости движения частиц в ускорителе [3, 4]. Трудности при решении подобных задач на ЭВМ с помощью пассивных устройств вывода (АЦПУ, графопостроитель) обусловлены сложностью структуры фазовой плоскости и отсутствием количественных критериев, по которым можно определять тип траектории. Кроме того, практически отсутствовала возможность наблюдать за динамикой движения по фазовой плоскости. При постановке этой задачи на БЭСМ-6, имеющей систему «Экран» в качестве активного терминала, пользователь получает возможность работы с программой в режиме диалога.

Кадр информации, выводимой на экран визуализации, компонуется из меняющегося изображения траектории и символьной информации, содержащей значения начальных данных, текущее количество точек и набор световых кнопок (рис. 2). Пользователь производит качественную оценку отображаемых на экране процессов. Остановив вывод и указывая пером на световые кнопки, пользователь имеет возможность: продолжить наблюдение за траекторией для заданных начальных условий, изменить по своему усмотрению начальные данные и возобновить счет, указать малую область на фазовой плоскости и перейти к рассмотрению динамики протекающих внутри нее процессов при заданном увеличении масштаба и т. д. В ходе задачи можно исследовать различные виды

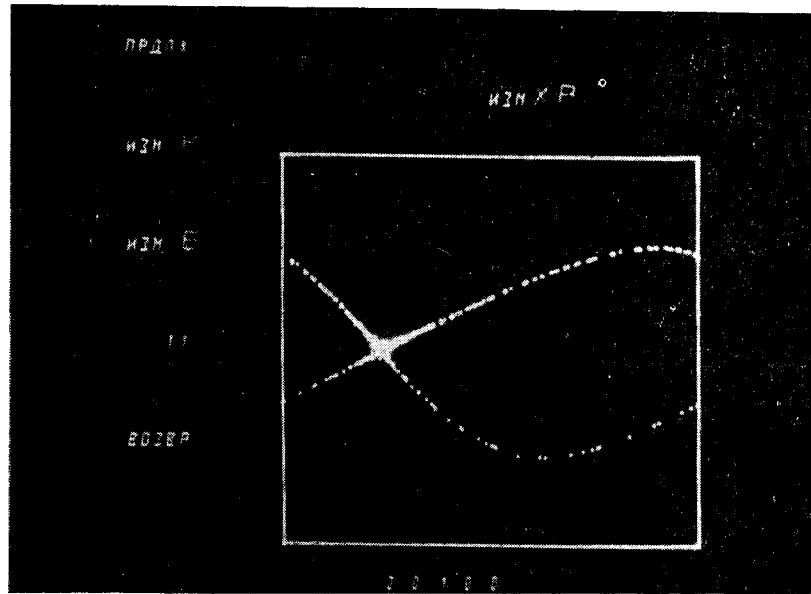


Рис. 2.

траекторий (устойчивые, сепаратрисы, резонансные), определять границу устойчивости на фазовой плоскости и т. д.

Опыт эксплуатации системы «Экран» показал, что для задач, подобных описанной, работа в режиме оперативного взаимодействия — единственный путь к их решению. Для задач, требующих изучения динамики процессов с возможностью вмешательства в ход выдачи на любой, заранее не планируемой фазе, система «Экран» позволяет упростить схему решения и многократно ускорить процесс решения по сравнению с работой на пассивных устройствах вывода.

В заключение выражаем свою признательность Б. В. Чирикову (ИЯФ СО АН СССР) и всем сотрудникам ИАЭ и ВЦ СО АН СССР, принимавшим участие в работах по системе «Экран».

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. С. Долговесов, А. М. Ковалев, В. Н. Котов, А. А. Лубков, Ю. Е. Нестерихин, К. Ф. Обертышев, А. С. Токарев. Система «Экран» для графического взаимодействия человека с ЭВМ. — Автометрия, 1971, № 4.
2. Е. Г. Бабат, Б. С. Долговесов, А. М. Ковалев. Система «Экран» для графического взаимодействия с ЭВМ БЭСМ-6. Препринт ИАЭ СО АН СССР, Новосибирск, 1972.
3. Г. В. Галияк, Ф. М. Израйлев. Переходная область нелинейного резонанса. Препринт ИЯФ СО АН СССР, Новосибирск, 1970.
4. Ф. М. Израйлев, Б. В. Чириков. Стохастичность простейшей динамической модели с разделенным фазовым пространством. Препринт ИЯФ СО АН СССР, Новосибирск, 1968.

Поступило в редакцию
7 августа 1972 г.