

# Экспериментальные результаты автоматизированного контроля параметров линейного ускорителя и его систем

М.М.Губаева, Л.Л.Закамский, В.А.Зенин, И.В.Лобов, Н.В.Радомский  
*ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия*

В предыдущих работах по созданию автоматизированной системы управления линейным ускорителем (АСУ) ЛУ-30 решались вопросы постановки задачи [1], выбора аппаратно-программных средств [2] для решения поставленных задач и представлены первые результаты измерения и анализа параметров основных систем ускорителя [3].

В данной работе приводятся экспериментальные результаты, полученные в ходе физических сеансов ускорительного комплекса с помощью автоматизированной системы управления (АСУ) для ЛУ-30 — инжектора в бустер ИФВЭ. Описаны основные положения, реализованные при создании программного обеспечения АСУ ЛУ-30.

## 1. Экспериментальные результаты

Измерительная аппаратура и программное обеспечение, функционирующие круглосуточно в режиме on-line, обеспечивают контроль за работой отдельных систем при первоначальном запуске ускорителя и при его выходе на рабочий режим после различных остановок. В качестве примера на рис.1а и 1 представлены соответственно изменения собственной частоты и амплитуды ВЧ-поля в одной из ускоряющих секций при выходе ускорителя на рабочий режим после двадцатиминутной остановки. Чтобы определить время выхода секции на рабочую частоту, оперативная подстройка при измерениях не производилась. Подобный набор данных ведется по всем пяти ускоряющим секциям.

Для текущего отображения состояния основных параметров ускорителя оператор может в любой момент вызвать на экран изображение мнемосхемы, где в числовом виде представлены параметры пучка, ионной пушки и ВЧ-системы. По желанию оператора, в целях ведения оперативного журнала, эти данные могут быть записаны в память ЭВМ, а также выведены на печать. Периодически оператор может получать протоколы текущих значений наиболее важных сигналов по всем системам ускорителя. Можно также контролировать сигналы за выбранный промежуток времени (несколько часов, смена или сутки). В таком протоколе отражаются контрольные значения основных параметров, а также абсолютные и относительные отклонения от них и подсчитывается число пробоев по каждой ускоряющей секции в течение этого промежутка времени.

Кроме цифрового представления текущих значений основных параметров система автоматизированного контроля позволяет представлять результаты в графическом виде. Это производится в двух вариантах: графическое представление изменений па-

раметров в реальном времени и за любой выбранный промежуток времени после. На рис.2 приводится график изменения величины ускоренного тока в течение одних суток. Подобные графики выдаются и для других параметров отдельных систем ускорителя.

Определяющее влияние на параметры ускоренного пучка имеет система высокочастотного питания резонаторов. Контроль за нею осуществляется на основе разработанной программы, которая отображает предысторию и текущие значения параметров ВЧ-системы в графическом виде (рис.3). Данный график представляет десять параметров в заданных допустимых пределах изменения. В случае выхода параметра за допуски на графике изменяется цвет соответствующего столбца. Здесь же фиксируются пробои в резонаторах, что изображается вертикальной чертой с указанием точного времени пробоя.

С целью контроля долговременного поведения электропрочности резонаторов во время работы ускорителя набирается статистика по пробоям, которые фиксируются в каждом рабочем цикле и во всех ускоряющих секциях. Число пробоев, а также процент "испорченных" импульсов заводится в протоколы. Затем после обработки результатов итоговая информация представляется в форме статистики по пробоям.

## 2. Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) автоматизированной системы управления и сбора данных ЛУ-30 написано на языке СИ с использованием оболочки Turbo-C 2.0. ПО имеет трехуровневую архитектуру:

1. Нижний (аппаратный) уровень — программное обеспечение контроллера аппаратуры сбора данных с ЛУ-30. Данное ПО используется для чтения информации с АЦП контроллера, регистров ввода-вывода, предварительной ее обработки и передачи на следующий уровень. ПО организовано в виде набора программ, каждая из которых предназначена для определенного режима работы ускорителя и загружается из ЭВМ верхнего уровня. Базовая операционная среда — система VPM, находящаяся в ПЗУ контроллера.

2. Средний (системный) уровень — программное обеспечение для ЭВМ верхнего уровня. ПО системного уровня предназначено для:

- организации обмена данными между ЭВМ верхнего и нижнего уровней;
- организации обмена данными между ЭВМ верхнего уровня и удаленными серверами;
- записи на диск архивной протокольной информации;
- передачи данных о текущем состоянии ускорителя в ПО прикладного уровня.

ПО системного уровня организовано в виде двух резидентных программ (TSR — Terminate and Stay Resident), обменивающихся между собой информацией по прямому доступу. Программа SIO обеспечивает обмен информацией "PC-контроллер" и

“PC-PC” по протоколу SS (Simple Serial). Программа EQP производит архивирование принятых от контроллера данных, протоколирование работы ускорителя, чтение уставок для системы.

3. Верхний (прикладной) уровень — программное обеспечение для ЭВМ верхнего уровня предназначено для отображения текущей и накопленной информации в цифровом и графическом виде.

### **Заключение**

Работа аппаратных и программных средств системы автоматизированного контроля параметров в режиме длительных сеансов показала достаточную надежность, что позволяет реализовать на этой основе второй этап автоматизации — управление режимом отдельных систем ускорителя.

### **Список литературы**

- [1] В.П.Воеводин и др. Система автоматизации линейного ускорителя — инжектора ускорительного комплекса ИФВЭ. — Труды XIV Международной конференции по ускорителям заряженных частиц. — Протвино, 1994.
- [2] В.П.Воеводин и др. Система автоматизации линейного ускорителя — инжектора в бустер ИФВЭ (постановка задачи): Препринт ИФВЭ 95-4. — Протвино, 1995.
- [3] М.М.Губаева и др. Аппаратно-программные средства автоматизированного контроля параметров линейного ускорителя-инжектора в бустер ИФВЭ и его систем: Препринт ИФВЭ 96-47. — Протвино, 1996.

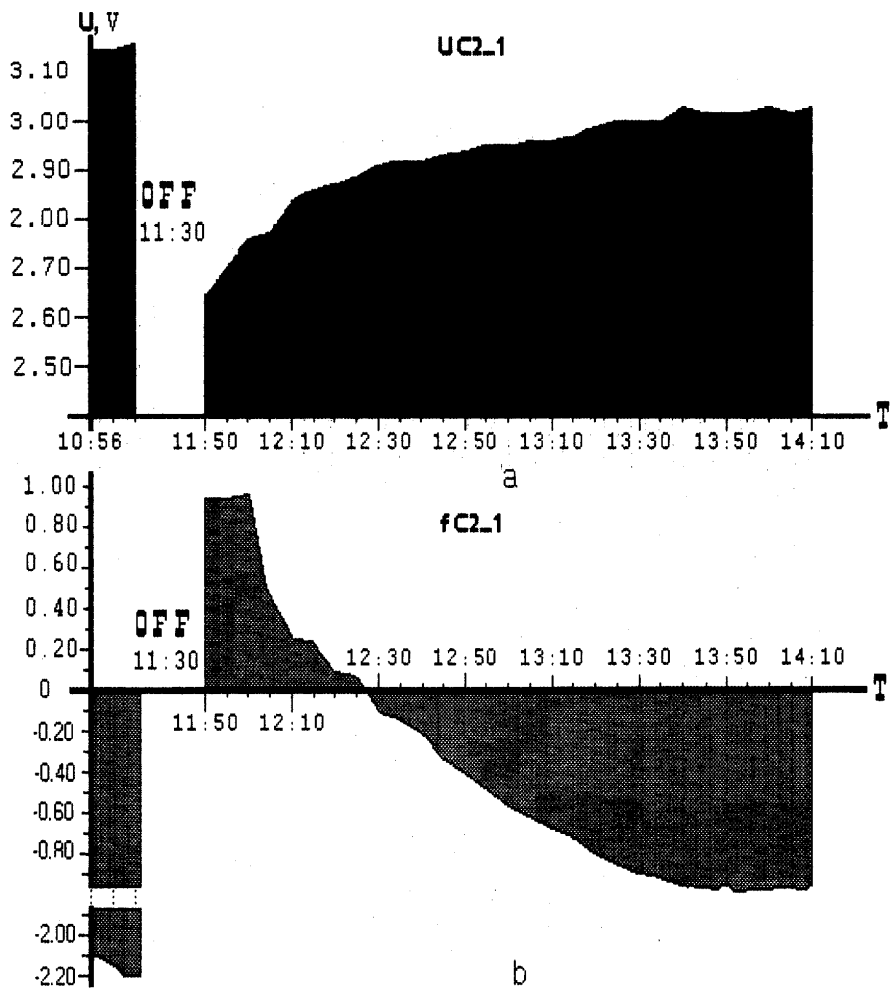


Рис. 1:

Ток ускорения, 17 апреля 1996 г.

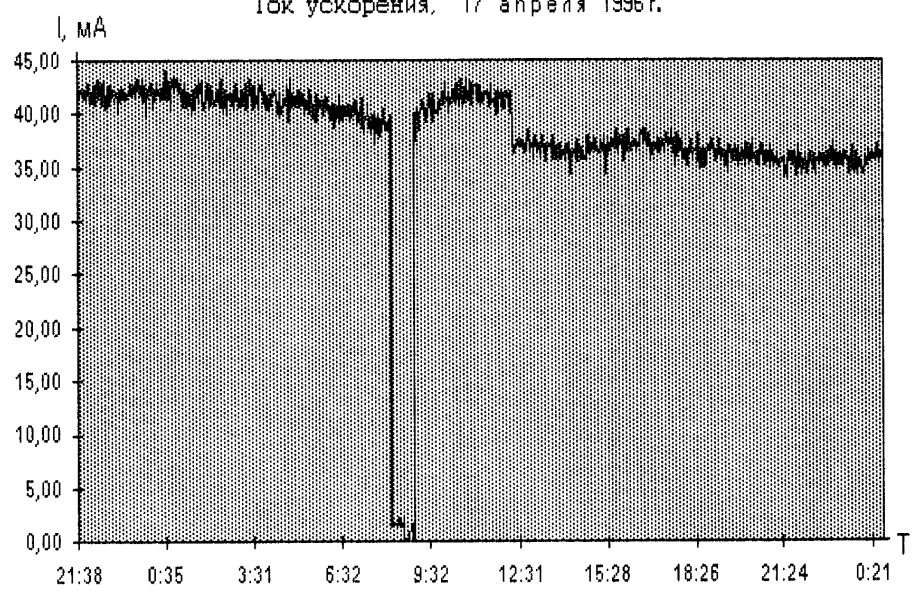


Рис. 2:

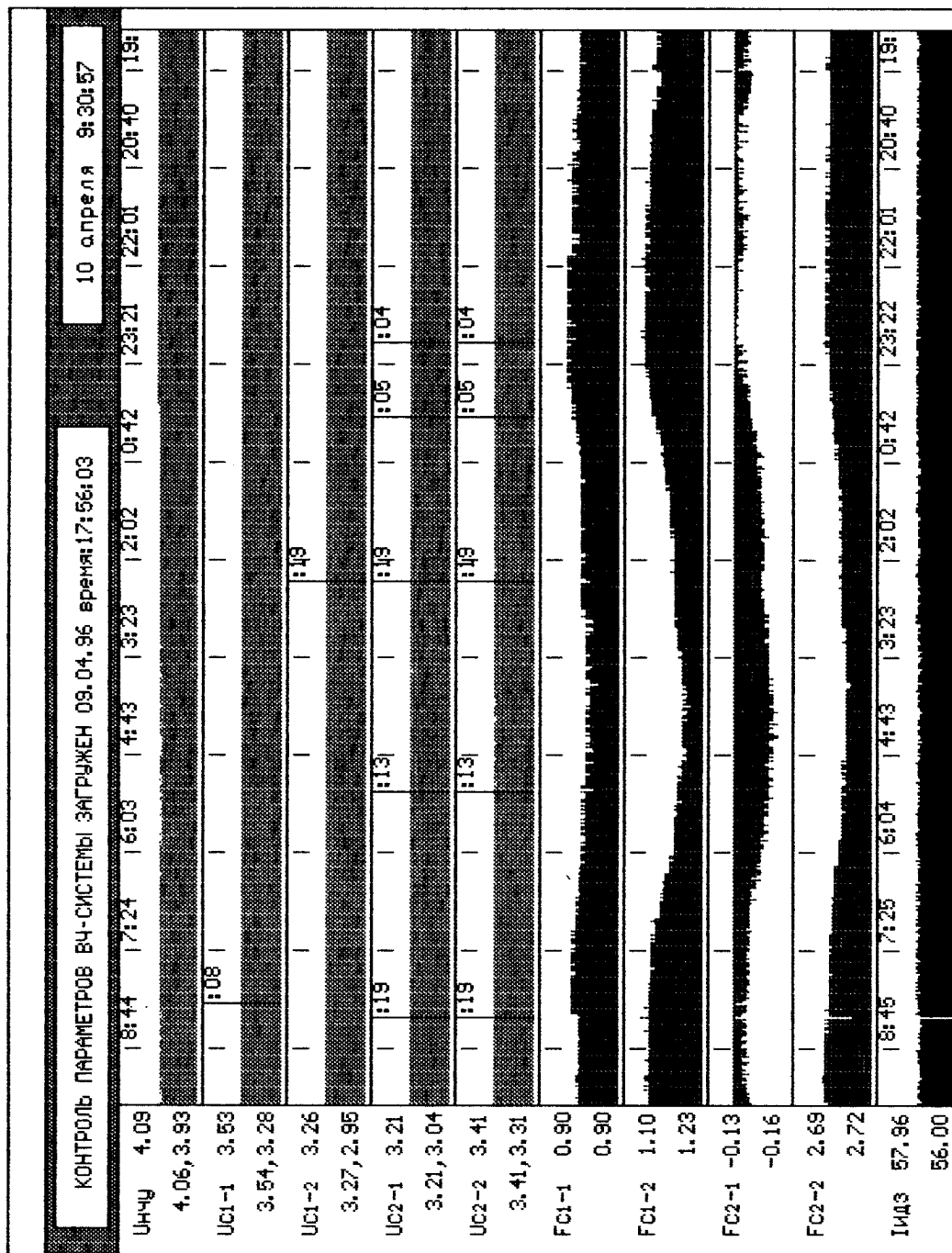


Рис. 3: