

Система сбора и обработки данных о пучке при выводе с помощью изогнутого кристалла

А.Г. Афонин, Б.А. Зеленов, Ю.А. Чесноков, В.Ю. Лысиков, В.И. Терехов,
А.В. Тихов, Н.А. Шаланда

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

Введение

В ИФВЭ ведутся исследования по выводу пучков протонов с помощью изогнутых кристаллов. В ходе исследований с различными типами кристаллов получены высокие результаты по выводу протонов с энергией 70 ГэВ. Так, максимальная эффективность при выводе, полученная в ходе исследований, достигала 65%, а интенсивность выводимого пучка — до 10^{12} протонов в цикле при длительности вывода до 1.7 сек [1, 2, 3].

Достигнутые результаты дали возможность перейти к практическому использованию этой методики. Был разработан и осуществлен новый режим вывода для обеспечения программы по физике высоких энергий. Особенность этого режима заключается в том, что одновременно в цикле работы ускорителя обеспечивается как вывод протонного пучка с помощью изогнутого монокристалла, так и вывод частиц с внутренних мишеней.

Ранее [3] сообщалось о том, какими средствами обеспечивалось проведение исследований по выводу пучка с помощью изогнутых кристаллов. В нашем случае для обеспечения одновременной работы кристалла и внутренних мишеней потребовалось расширение объема получаемой информации. Проблема заключается в том, что одновременно работают три потребителя пучка, и не представляется возможным прямо измерять забираемую ими интенсивность. Кроме того, если для оценки интенсивности, потребляемой внутренними мишенями, используются так называемые интегральные мониторы, сигнал которых определяется ядровым взаимодействием протонного пучка с веществом мишени, то для кристалла такая методика не подходит. Для кристалла этот сигнал зависит от того, насколько оптимально ориентирован кристалл относительно падающего пучка, т.е. насколько эффективен процесс вывода.

Исходя из анализа необходимого количества измеряемых параметров для надежного измерения эффективности работы кристалла в таком режиме, мы определили следующий минимальный набор параметров:

- Ускоренная интенсивность (измеряется непосредственно перед выводом).
- Общая потребляемая интенсивность (измеряется как разность ускоренной интенсивности и остатка).
- Выведенная интенсивность протонов (измеряется двумя различными датчиками, один из которых в выходном окне ускорителя, а другой – в канале транспортировки).
- Сигналы трех интегральных мониторов.
- Значение высоких напряжений на ФЭУ систем обратной связи по пучку.

1. Описание аппаратно-программной части

Основные аппаратные и программные средства заимствованы от информационно-измерительной системы для исследования радиационной стойкости электронной аппаратуры [4]. Она была взята за базовую конфигурацию доработана и адаптирована для сбора информации в процессе вывода пучка изогнутым кристаллом. Эта система в силу своей гибкости и универсальности быстро переналаживается под любую задачу, связанную со сбором информации о медленных физических процессах при циклической работе ускорителя. Имеется также опыт использования такой аппаратно-программной конфигурации для исследования систем вывода в течение нескольких лет [5], [6].

В системе сбора информации используются модули СУММА и ВЕКТОР. Ее блок-схема показана на рис. 1. В качестве каркасного контроллера используется АКК-19 [7]. Через него происходит обмен информацией с компьютером (PC). Собираемая информация отображается на экране — рис. 2 и записывается в файл. Для обработки накопленной информации, кроме применяемых ранее программных средств [4], используется современный пакет Exel [8].

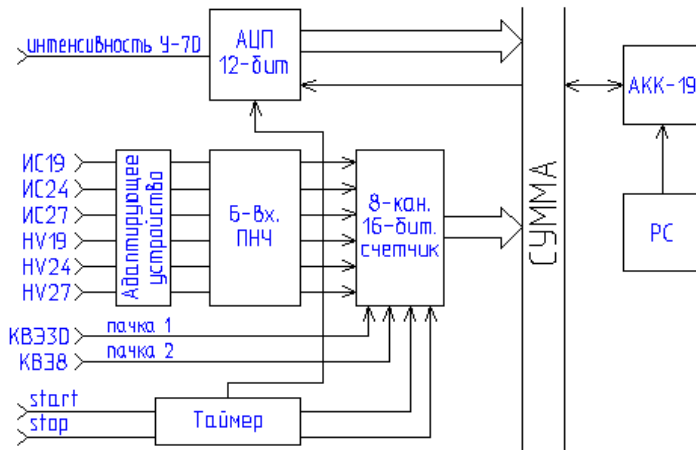


Рис. 1: Блок-схема аппаратуры сбора и обработки информации.

Управляющая программа в РС сразу после вывода пучка отображает его параметры в виде разноцветных колонок цифр с указанием времени момента измерения. На рис. 2 первая колонка — номер измерения, следующие две колонки — значения ускоренной и забираемой интенсивности. Три колонки после разделителя — это данные с интегральных мониторов М19, М24 и М27. Следующие три колонки — это соответствующие им напряжения на ФЭУ (В). После второго разделителя — значения выводимой интенсивности в ПП30 и в канале 8. В последней колонке указывается время регистрации данных. При необходимости с клавиатуры дается команда вывода на экран среднего значения для каждого параметра и разброса (доверительного интервала для вероятности 99%), при этом отображается время и дата рис.2.

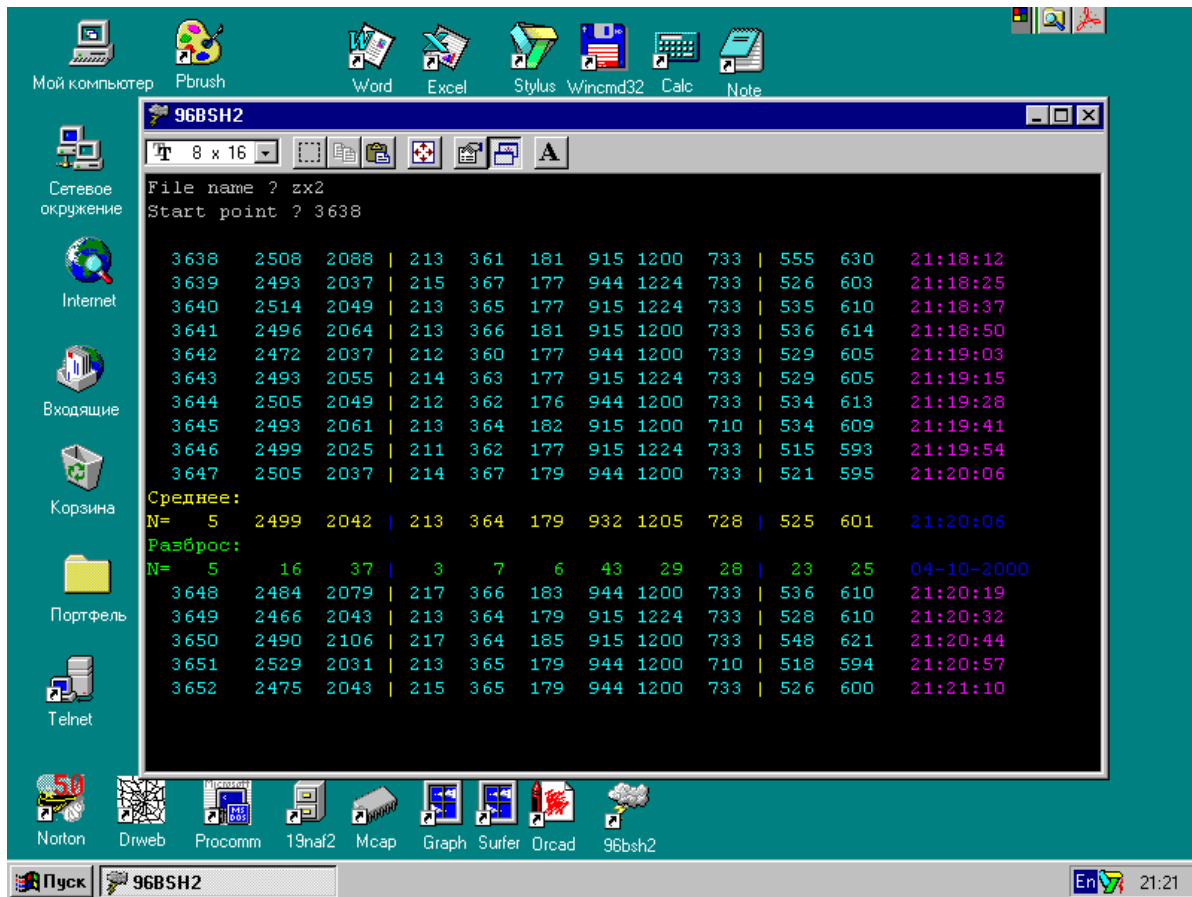


Рис. 2: Отображение на экране компьютера собираемой информации.

В конфигурационном файле задаются масштабные коэффициенты для всех измерительных каналов, размер статистической выборки и порог достоверности, ниже которого данные не регистрируются. При необходимости эти параметры могут быть быстро изменены.

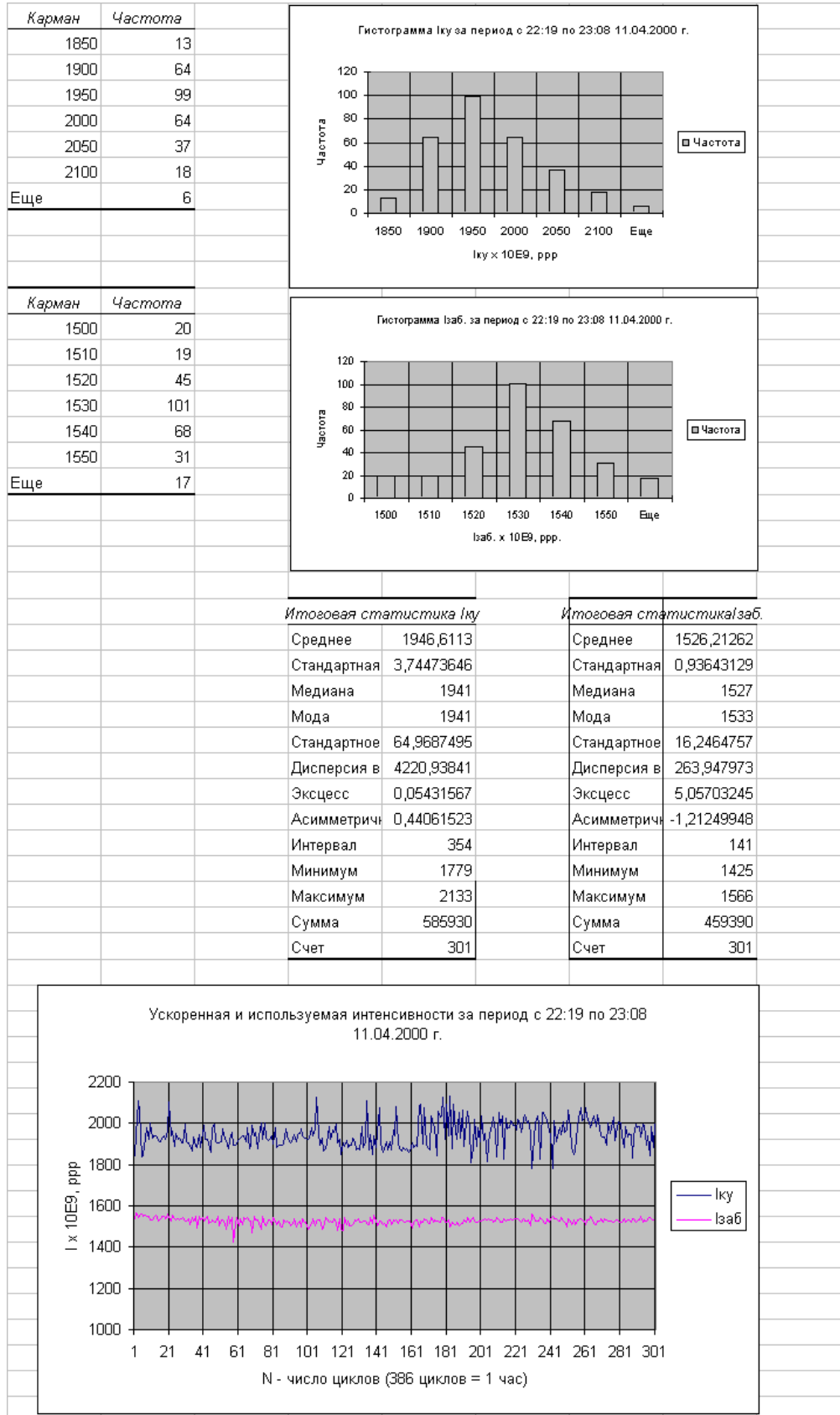


Рис. 3: Результаты обработки собранной информации.

Измерительные модули управляются NAF — командами, которые посылаются от РС управляющей программой и транслируются АКК-19. Для синхронизации с циклом ускорителя используются модули регистров БВЦ-14Ф. 12-разрядный АЦП БПН-01Ф измеряет ускоренную и забираемую интенсивность. Измерение производится дважды до вывода и после, их разность и есть забираемая интенсивность. Для измерения интенсивности в ППЗ0 и в канале 8 применены счетчики С36М. Счетчики считают пачки импульсов, формируемые преобразователями тока в частоту [9]. Новые модули разработаны и применены для регистрации данных с интегральных мониторов. Здесь используется многоканальный стробируемый преобразователь напряжения (ПНЧ) в частоту. Импульсы с его выходов пересчитываются счетчиками С335.

2. Результаты эксперимента

В ходе сеанса была записана информация в объеме 54 тысячи циклов работы ускорителя. Эта информация записывалась по циклам, удовлетворяющим упомянутым выше критериям. Окончательная обработка информации проводилась в режиме off-line с помощью пакета Exel. В процессе обработки формировались в графическом виде зависимости всех измеряемых величин в реальном времени работы ускорителя.

На рис. 3 представлен типичный график поведения ускоренной и забираемой интенсивности в ходе сеанса. По горизонтальной оси отложены последовательно номера циклов работы ускорителя. Аналогичные графики дают представление о поведении других измеряемых величин. Кроме того, данные по отдельным промежуткам времени представлялись в виде гистограмм и сопровождалась статистическими таблицами (рис. 3).

Заключение

В результате обработки информации мы получили надежные данные, характеризующие работу ускорителя и систем вывода. Наиболее важным результатом явилось измерение эффективности работы кристалла в параллельном режиме. Она оказалась равной ~43% при величине выводимой интенсивности от 3.5 до $5.5 \cdot 10^{11}$ протонов.

Получены надежные данные по оптимальному соотношению ускоренной и потребляемой интенсивности в таком режиме. Это позволило сформулировать новые требования по поддержанию стабильных условий ускорителя. Были получены данные по стабильности работы мониторов обратной связи по пучку и их влияние на работу систем вывода.

Дальнейшие наши планы заключаются в интеграции нашего аппаратно-программного комплекса в новую, создаваемую систему управления АСУ У-70.

Авторы выражают благодарность В.И. Котову за поддержку работы.

Литература

- [1] A.G. Afonin, V.M. Biryukov, V.A. Gavrilushkin et al. JEPT Lett. 67, 741 (1998).
- [2] V.I. Kotov, A.G. Afonin, V.M. Biryukov et al. - Proceed. of EPAC 2000, VIENNA.
- [3] А.А. Архипенко, А.Г. Афонин, В.М. Бирюков и др. – Труды 16-го Совещания по ускорителям заряженных частиц, Протвино, 1998, т. 1.
- [4] В.Ю. Лысиков, Автореферат диссертации. – Препринт МГАПИ 95-265, – М., 1995, стр.10-16.
- [5] В.Ю. Лысиков и др. – Труды 15-го Совещания по ускорителям заряженных частиц, Протвино, 1996, т.1, стр. 222-225.
- [6] В.В. Лапин, В.Ю. Лысиков – Труды 16-го Совещания по ускорителям заряженных частиц, Протвино, 1998, т.2, стр.74-77.
- [7] М.Ю. Матвеев и др. Автономный каркасный контроллер АКК-19. Препринт ИФВЭ 90-100 (совместно с МРТИ), Протвино, 1990.
- [8] Н. Николь, Р. Альбрехт. “Электронные таблицы Exel 5.0”, - М.: ЭКОМ., 1997.
- [9] V.I. Terekhov et al. – Proceedings of EPAC 98, p. 1613.