

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БУСТЕРА НУКЛОТРОНА

*В. Н. Емельяненко, О. Казинова, В. А. Михайлов, А. В. Филиппов*¹

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Приведены результаты статистического и гармонического анализа данных магнитных измерений структурных элементов (дипольных магнитов) бустера нуклотрона при токе инжекции и вывода.

The results of statistical and harmonic analysis of the magnetic measurements data of structural elements (dipole magnets) of the Nuclotron Booster at an injection and extraction current are presented.

PACS: 29.20.-c

ВВЕДЕНИЕ

Для исследований в области релятивистской ядерной физики в ОИЯИ создается новый ускорительный комплекс тяжелых ионов — NICA [1]. Одной из составных частей комплекса является тяжелоионный синхротрон, бустер, являющийся промежуточным ускорителем в новом комплексе NICA. Основными задачами бустера будут накопление около $2 \cdot 10^9$ ионов $^{197}\text{Au}^{31+}$ и их ускорение от энергии 3,2 до энергии 578 МэВ/нуклон — достаточной для последующей обдирки ускоренных ионов до состояния голого ядра $^{197}\text{Au}^{79+}$ в канале перевода пучка из бустера в нуклотрон.

Структура бустера состоит из четырех суперпериодов, каждый из которых включает в себя десять дипольных магнитов, шесть дублетов фокусирующих и дефокусирующих линз, шесть мультипольных корректоров для компенсации погрешностей основного магнитного поля и погрешностей юстировки магнитных элементов структуры, дублет секступольных линз для коррекции хроматичности. Частоты бетатронных колебаний бустера — $Q_x/Q_y = 4,8/4,85$.

ПОГРЕШНОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Для получения проектных параметров бустера необходимо обеспечить формирование магнитного поля нужного качества в структурных элементах. Кроме того, магнитно-оптическая структура бустера должна обладать достаточной динамической апертурой, удовлетворяющей требованиям инжекции. В работе [2] сформулированы требования к допускам на погрешности магнитного поля в бустере нуклотрона.

¹E-mail: philippov@jinr.ru

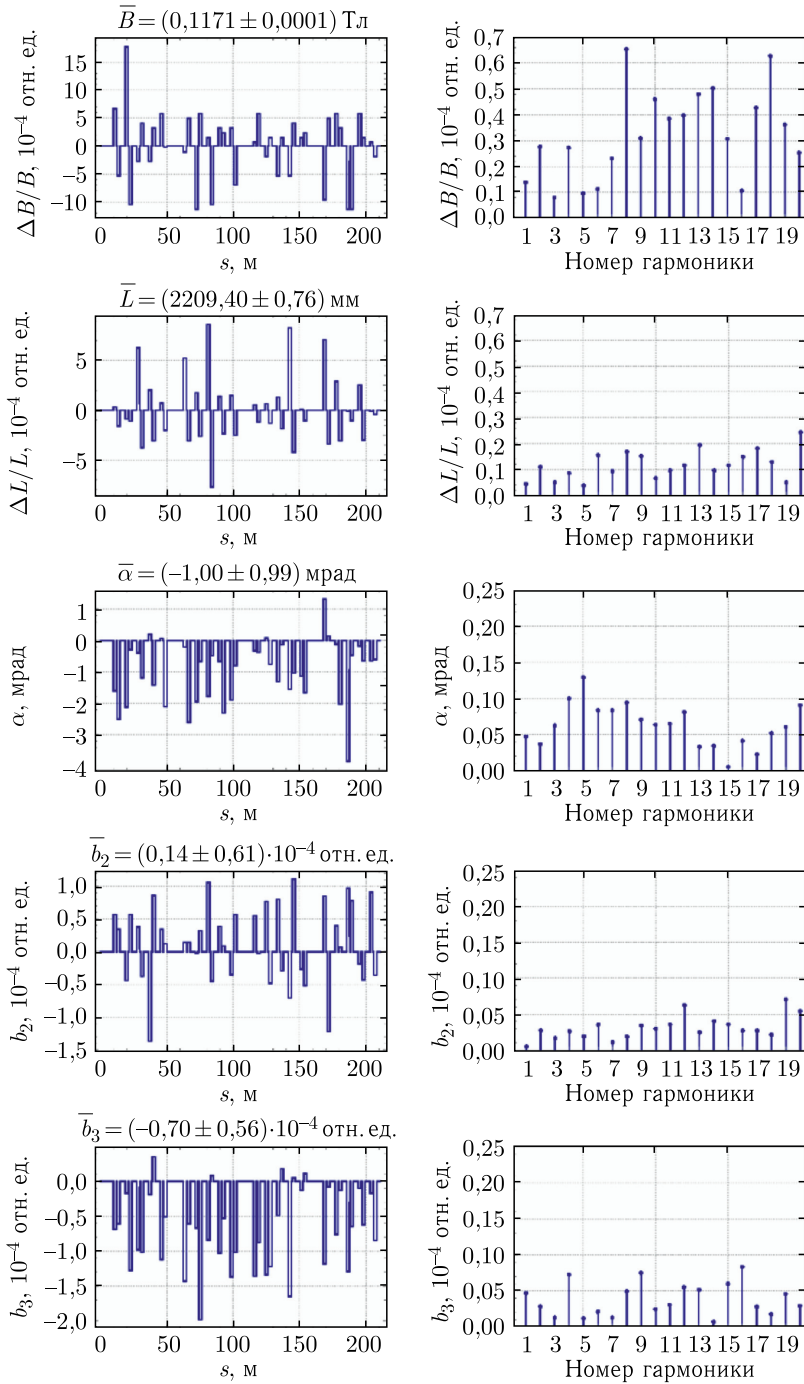


Рис. 1. Результаты анализа при токе инжекции 625 А

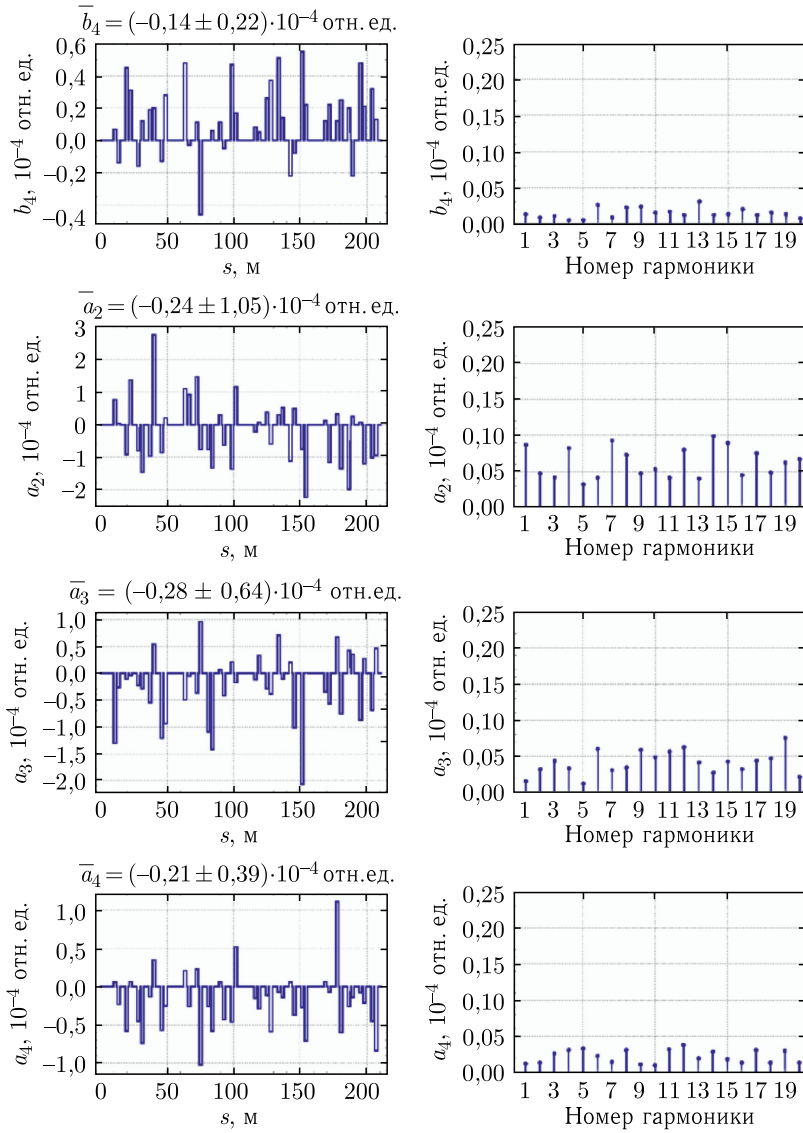


Рис. 1. Окончание

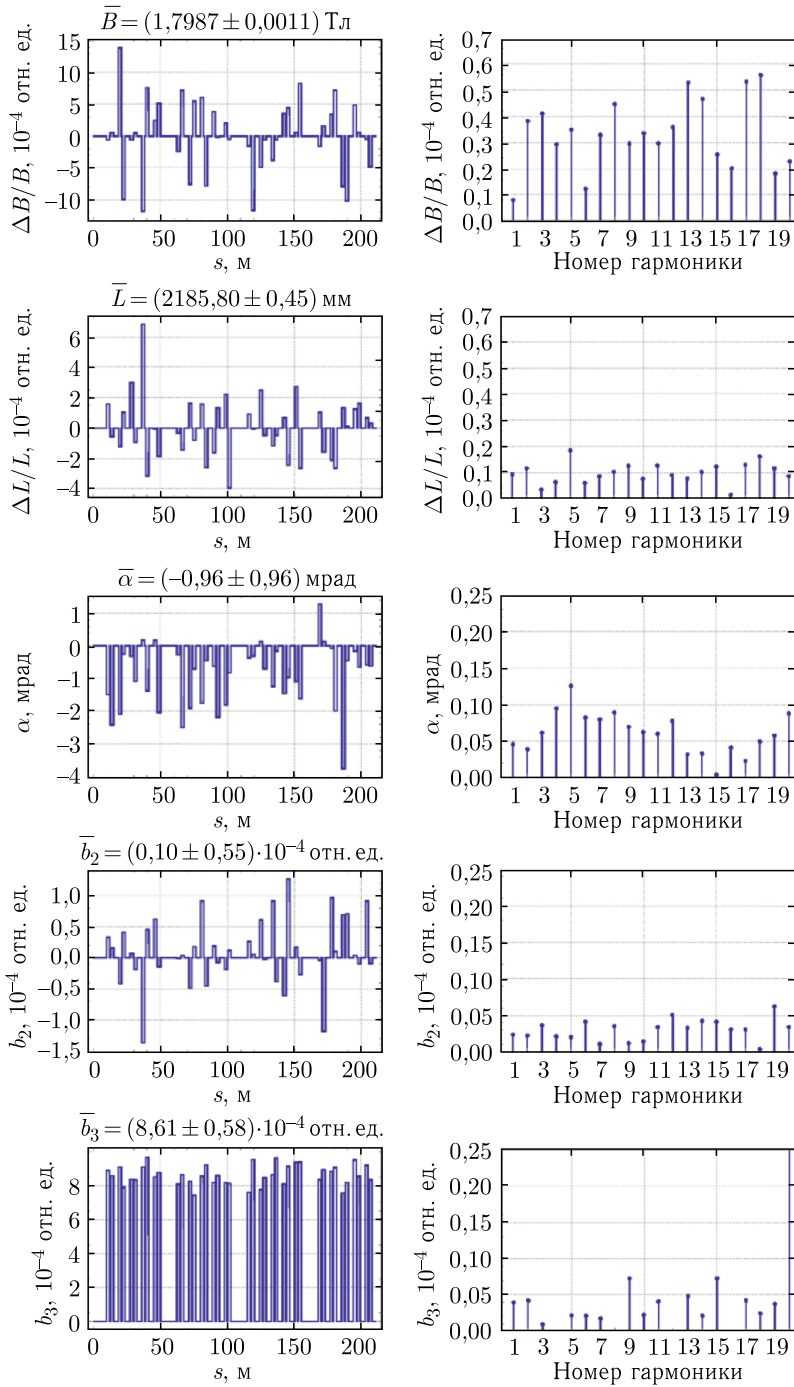


Рис. 2. Результаты анализа при токе вывода 9745 А

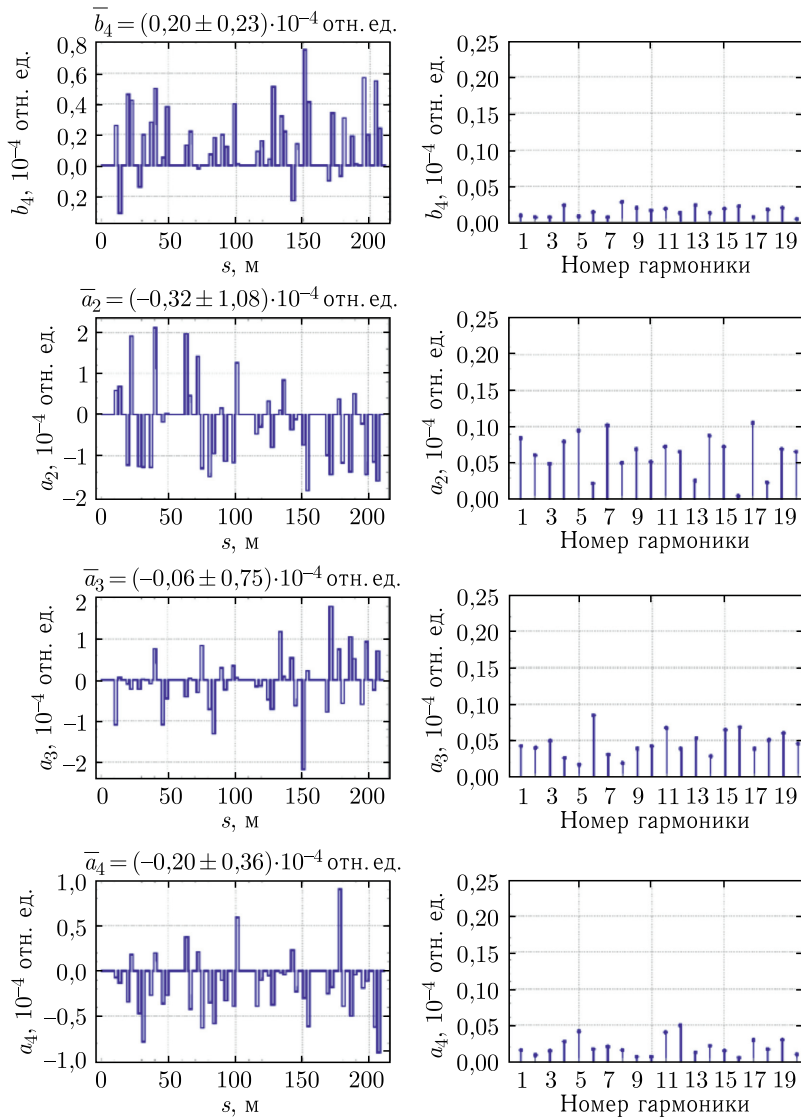


Рис. 2. Окончание

РАССТАНОВКА ДИПОЛЬНЫХ МАГНИТОВ

На основе данных магнитных измерений дипольных магнитов бустера в сверхпроводящем состоянии [3] при токе инжекции, по результатам моделирования замкнутой орбиты была выполнена расстановка дипольных магнитов в кольце бустера (см. таблицу), обеспечивающая ее минимальное искажение (1,36 мм по горизонтали). Эта расстановка использовалась и при проведении гармонического анализа данных магнитных измерений на выводе.

Соответствие маркировки дипольных магнитов схемы размещения элементов бустера и номеров дипольных магнитов согласно протоколу магнитных измерений

Квадрант I		Квадрант II		Квадрант III		Квадрант IV	
Название	Номер	Название	Номер	Название	Номер	Название	Номер
1M2A	M19	2M2A	M14	3M2A	M07	4M2A	M01
1M2B	M04	2M2B	M38	3M2B	M40	4M2B	M16
1M3A	M13	2M3A	M08	3M3A	M12	4M3A	M44
1M3B	M21	2M3B	M29	3M3B	M37	4M3B	M22
1M4A	M43	2M4A	M42	3M4A	M11	4M4A	M03
1M4B	M30	2M4B	M18	3M4B	M31	4M4B	M09
1M5A	M34	2M5A	M45	3M5A	M02	4M5A	M20
1M5B	M27	2M5B	M26	3M5B	M32	4M5B	M39
1M6A	M36	2M6A	M25	3M6A	M24	4M6A	M28
1M6B	M06	2M6B	M10	3M6B	M15	4M6B	M33

РЕЗУЛЬТАТЫ ФУРЬЕ-АНАЛИЗА

На рис. 1 приведены результаты статистического и гармонического анализа магнитных измерений дипольных магнитов бустера нуклотрона при токе инжекции 625 А, а на рис. 2 — при токе вывода 9745 А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ данных магнитных измерений дипольных магнитов бустера в сверхпроводящем состоянии при двух значениях тока в дипольных магнитах.

Выбранная расстановка дипольных магнитов в кольце бустера обеспечивает минимальное искажение замкнутой орбиты (1,36 мм по горизонтали).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический проект ускорительного комплекса NICA. Дубна, 2015.
2. *Бутенко А. В. и др.* Сообщ. ОИЯИ Р9-2017-18. Дубна, 2017.
3. *Костромин С. А. и др.* // Письма в ЭЧАЯ. 2016. Т. 13, № 7(205). С. 1333–1342.