

**ВЛИЯНИЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ  
НА БЫСТРУЮ КОМПОНЕНТУ СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ  
ИМПУЛЬСНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ  $\gamma$ -ИЗЛУЧЕНИЯ  
БЕТАТРОНА СБ-25**

В. А. МОСКАЛЕВ, Ю. А. ГРОМОВ

В работе [1] было отмечено, что импульсная интенсивность тормозного излучения бетатрона обладает ярко выраженной нерегулярностью во времени, т. е. в процессе нормальной работы ускорителя она колеблется от цикла к циклу ускорения в широких пределах (рис. 1).

Среди факторов, которые должны оказывать существенное влияние на быструю компоненту дрейфа импульсной интенсивности излучения,

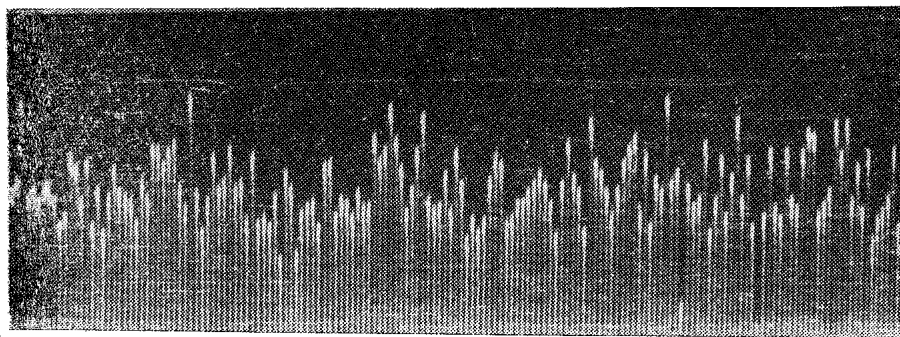


Рис. 1. Колебания импульсной интенсивности излучения на уровне 60%

можно отметить такой фактор, как колебания напряжения сети. От сети питаются электромагнит, накал инжектора, все электронные схемы (схемы инъекции, инфлексии смещения, УБС) и при изменении напряжения сети через определенное время или мгновенно обнаруживаются изменения их выходных параметров. Спектр колебаний напряжения сети широк и занимает полосу от 0 до 50 герц (рис. 2).

На основании этого можно предположить, что величина дисперсии колебаний интенсивности от цикла к циклу ускорения должна находиться в сильной связи с величиной дисперсии колебаний напряжения сети.

Для проверки этого предположения был проведен эксперимент, заключающийся в одновременной записи колебаний напряжения сети и импульсной интенсивности излучения бетатрона.

Запись проводилась на сильноточном бетатроне СБ-25 («Луч») с помощью импульсного регистратора, специально разработанного для

статистических исследований работы бетатрона от цикла к циклу ускорения [2]. Время записи бралось равным 1 минуте. При этом вмешательство оператора исключалось. Исследовались реализации продолжительностью в 15 сек времени, необходимые для получения надежных статистических характеристик связи, так как время спада автокорреляционной функции процесса импульсного излучения по величине интенсивности равно 0,02 сек [1]. Предварительная обработка получен-

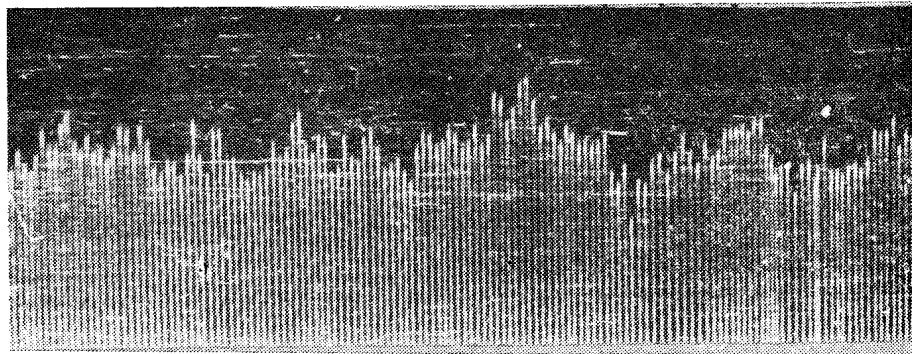


Рис. 2. Колебания напряжения сети на уровне 98%

ных реализаций показала, что в течение 30—40 сек после отстройки бетатрона на максимум излучения процесс колебаний интенсивности излучения можно считать эргодическим стационарным; законы распределения колебаний напряжения сети и интенсивности излучения близки к нормальному. Поэтому в течение данного промежутка времени после отстройки бетатрона на максимум излучения можно с уверенностью пользоваться полученными оценками связи и с определенной доверительной вероятностью считать вычисления надежными.

По результатам записей было получено систематизированное корреляционное поле (рис. 3). Здесь амплитуды колебаний напряжения сети  $x$  и импульсной интенсивности излучения  $y$  делились на 13 интервалов. Величина одного интервала для  $x$  соответствовала 0,1% от величины математического ожидания  $m_x$ , принятого за 100%; величина одного интервала  $y$  — 3,6% от  $m_y$ . По данным корреляционного поля найдено корреляционное отношение  $\eta_{x/y}$ , характеризующее степень связи колеблемости  $y$  с колеблемостью  $x$ :

$$\eta_{y/x} = \sqrt{\frac{S_{y/x}^2}{S_y^2}},$$

где  $S_y^2$  — общая дисперсия колебаний  $y$ ;

$S_{y/x}^2$  — часть общей дисперсии колебаний  $y$ , обусловленной влиянием колебаний  $x$  на величину  $S_y^2$ .

Вычисления дали величины  $S_y = 10\%$ ,  $S_{y/x} = 1,6\%$ ,  $\eta_{y/x} = 0,16$ . Из корреляционного анализа [3] данную степень связи можно считать достоверной, если:

$$\frac{\eta \sqrt{n}}{(1 - \eta^2)} > l,$$

где  $l$  — число, связанное с доверительной вероятностью  $P$  и вычисляемое из функции нормального распределения;  $n$  — объем выборки.

Доверительные интервалы, в которых находится величина корреляционного отношения, оцениваются по формулам:

$$\eta_{\min} = \eta - \frac{l(1-\eta^2)}{\sqrt{n}}; \quad \eta_{\max} = \eta + \frac{l(1-\eta^2)}{\sqrt{n}}.$$

Для значения доверительной вероятностью  $P = 0,95$  имеем  $l = 1,96$  [3], тогда:

$$\frac{\eta \sqrt{n}}{(1-\eta^2)} = 4,35; \quad \frac{l(1-\eta^2)}{\sqrt{n}} = 0,07,$$

что указывает на достоверную связь, имеющую значение  $\eta_{x/y} = 0,16 \pm 0,07$ .

Из величины колеблемости  $y$ , равной  $2S_y$ , только 16% (если считать  $\eta_{y/x} = 0,16$ ) обусловлены колебаниями  $x$ . Поскольку  $2S_y = 20\%$ ,

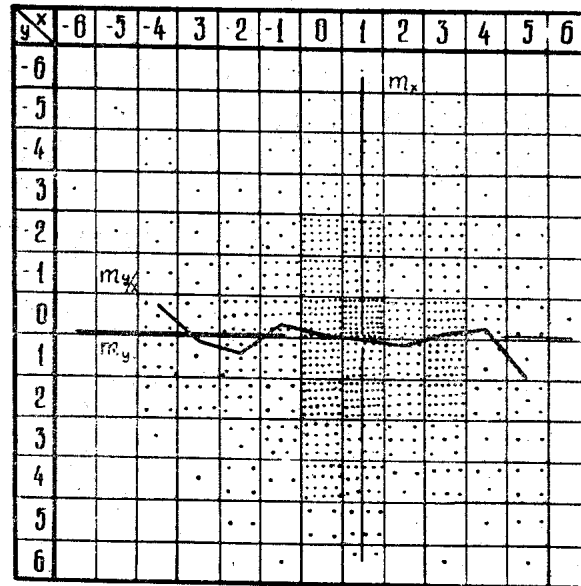


Рис. 3. Корреляционное поле колебаний импульсной интенсивности излучения в зависимости от колебаний напряжения сети

то из них 3,2% обусловлены колебаниями  $x$ , остальные 16,8% — неизвестными причинами.

Таким образом, из эксперимента следует, что колеблемость интенсивности излучения бетатрона от цикла к циклу ускорения нельзя объяснить нестабильностью сетевого напряжения.

Необходима одновременная запись всех параметров бетатрона, в какой-то степени влияющих на величину импульсной интенсивности излучения бетатрона, поскольку нестабильность схем может быть вызвана не только изменениями напряжения сети, но и рядом других причин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Воробьев, Г. П. Тарасов. Изв. вузов, «Физика», № 12, 139, изд. ТГУ, Томск, 1968.
2. В. А. Москалев, Ю. А. Громов. Аппаратура для записи импульсных параметров бетатрона, Изв. ТПИ, т. 193, г. Томск, 1970 (в печати).
3. Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. Курс теории вероятности и математической статистики. Изд-во «Наука», М., 1969.