



Нелинейные эффекты в циклических ускорителях и накопителях заряженных частиц

член-корр. РАН **Николай Александрович Винокуров**

*Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН,
Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

Для получения пучков заряженных частиц высоких энергий используются циклические ускорители [1-3]. Так как ускорение до высоких энергий происходит за относительно большое время, то надо обеспечить устойчивое движение частиц в магнитной системе ускорителя. Ещё сложнее эта проблема в накопителях заряженных частиц (используемых в экспериментах на встречных пучках и с внутренней мишенью, а также в источниках синхротронного и комптоновского излучения), где частицы могут циркулировать часами. Нелинейность колебаний частиц вблизи движущегося положения равновесия сильно усложняет описание их движения и налагает довольно жёсткие ограничения на параметры магнитной системы. В лекции обсуждаются причины нелинейности колебаний (краевые поля магнитных квадрупольных линз, секступольные коррекции хроматизма и др.) [4], их экспериментальные проявления (например, зависимость частоты колебаний от амплитуды [5], расфазировка когерентных колебаний [6], затухание Ландау мод когерентных неустойчивостей [7,8], нелинейные резонансы [1-3, 9]) и методы создания оптимальных магнитных полей в современных накопителях заряженных частиц.

1. Коломенский А.А., Лебедев А.Н. Теория циклических ускорителей. М.: ГИФМЛ, 1962.
2. Лебедев А.Н., Шальнов А.В. Основы физики и техники ускорителей. 2-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1991.
3. Wiedemann H. Particle accelerator physics. 3rd ed. Springer, 2007.
4. Винокуров Н.А. Основы электронной оптики и физики пучков заряженных частиц. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2023.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: «Наука», 1973.
6. Винокуров Н.А., Корчуганов В.Н., Кулипанов Г.Н., Переведенцев Е.А. Влияние хроматичности и кубической нелинейности на кинематику бетатронных колебаний. Новосибирск: ИЯФ СО АН СССР, 1976. - 13 с. - (Препринт / Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 76-87).
7. Винокуров Н.А., Кулипанов Г.Н., Переведенцев Е.А. Эффект "отрицательной массы" для нелинейной колебательной системы и его влияние на устойчивость когерентных бетатронных колебаний. Новосибирск: ИЯФ СО АН СССР, 1976. - 11 с. - (Препринт / Ин-т ядер. физики СО АН СССР; 76-88).

8. Винокуров Н.А., Корчуганов В.Н., Кулипанов Г.Н. и др. Экспериментальное исследование динамики пучка при накоплении большого тока в накопителе ВЭПП-3. Труды Пятого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц (Дубна, 5-7 октября 1976). Т. 2 с. 16 - 19. М.: «Наука», 1977.
9. Lee S. Y. Accelerator physics. World Scientific, 1999.