

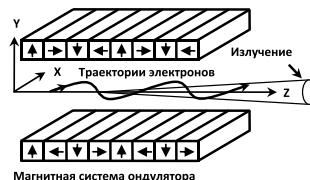
КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПЛОСКОГО ОНДУЛЯТОРА НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ

Клочков Н.С., Смоляков Н.В.

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

Для генерации электромагнитного излучения в накопительных кольцах электронов самое широкое применение нашли ондуляторы на постоянных магнитах. Существует ряд компьютерных программ для расчетов магнитного поля в таких ондуляторах. Но эти программы, будучи универсальными, достаточно сложны, и их применение требует некоторой подготовки. Однако наиболее востребованный случай – это расчет плоского ондулятора на постоянных магнитах со стандартной схемой, предложенной более 40 лет назад в работах [1, 2]. Нами была написана компьютерная программа для такой наиболее часто встречающейся структуры ондулятора, рис. 1. При заданной геометрии ондулятора программа рассчитывает распределения его магнитного поля в зазоре между полюсами. Алгоритмы программы основаны на точных аналитических формулах, описывающих магнитное поле прямоугольного параллелепипеда [3]. Такой подход позволил резко повысить скорость расчета поля, достигая при этом высокой точности расчета (в рамках выбранной модели).

Входные параметры для расчета поля задаются посредством текстового файла. На выходе генерируется файл с картой магнитного поля ондулятора, а также рисуется график поля.



Рассчитываемая конфигурация ондулятора.

Эта программа будет очень полезна при конструировании ондуляторов для установки «СИЛА».

Список литературы

1. K. Halbach, Nuclear Instruments and Methods 169 (1980) p. 1-10.
2. K. Halbach, Nuclear Instruments and Methods 187 (1981) p. 109-117.
3. Вагин Д.В. и др. Вестник Московского университета, Серия 3. 2008, №6. С. 53-55.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОТОНОННОГО ПУЧКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАСТИКОВЫХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ, ОБОГАЩЕННЫХ БОРОМ

Верховод Г.Д.¹, Быков Т.А.¹, Поросев В.В.^{1,2}, Таскаев С.Ю.^{1,2}

¹Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

В представленной работе представлены результаты измерения пространственного распределения потоков протонов и вторичных частиц на комплексе протонной терапии «ПРОМЕТЕУС» ФТЦ ФИАН, а так же проведено сравнение с результатами расчетов, выполненных с помощью пакета моделирования GEANT4. Измерения выполненные с использованием водного фантома, а также с использованием разработанного в ИЯФ СО РАН малогабаритного детектора нейтронов на основе сцинтиллятора обогащенного бором, продемонстрировали хорошее согласие наблюдаемых потоков нейтронов с расчетами. Из данных полученных в моделировании следует, что механизм усиления биологической эффективности при облучении протонами и использовании борсодерж-

жащих препаратов, наблюдаемый в ряде исследований, вызывает сомнение в виду значительно меньшего вклада в дозу облучения от альфа частиц по сравнению с основной компонентой, обусловленной протонами и другими продуктами реакций. Таким образом, необходимо дальнейшее изучение данного вопроса и поиск альтернативных механизмов, объясняющих наблюдаемый эффект усиления биологической эффективности терапии.

ФОКУСИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ТРЕХМЕРНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ОНДУЛЯТОРА

Смоляков Н.В.

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия.

В данной работе рассмотрена фокусировка релятивистского электронного пучка в трехмерном синусоидальном магнитном поле плоского ондулятора. Актуальность этой работы возникла в связи с работой над проектом лазера на свободных электронах «СИЛА». Излучение в нем генерируется в длинной цепочке ондуляторов. Поэтому необходимо более глубокое понимание влияния магнитных полей ондуляторов на динамику электронного пучка. Наличие фокусирующих свойств магнитного поля ондулятора (фокусировка пучка электронов в вертикальной плоскости и его дефокусировка в горизонтальной плоскости) впервые теоретически было показано в работе [1]. В последующих работах эти результаты с теми или иными модификациями были повторены. При этом дифференциальные уравнения движения электрона в магнитном поле ондулятора решались методом усреднения по быстрым осцилляциям траектории электрона (сглаживающее приближение).

В данной работе также учитываются все три компоненты магнитного поля ондулятора. Однако уравнения движения электрона решались аналитически с помощью теории возмущений вплоть до кубических слагаемых включительно по всем малым величинам, а не методом усреднений по осцилляциям. Также написаны компьютерные программы, решающие численно методом Рунге-Кутта уравнения движения электрона в трехмерном поле ондулятора. Получено хорошее взаимное согласие результатов при всех рассмотренных комбинациях начальных параметров траекторий. Вместе с тем в ряде случаев эти новые результаты противоречат результатам, полученным в рамках сглаживающего приближения. Так, обнаружена критическая зависимость горизонтального фокусного расстояния от начального угла входа электрона в ондулятор. Различия значительные, вплоть до противоположного знака фокусирующих добавок к поперечным компонентам скорости электрона. Так, горизонтальное фокусное расстояние уменьшается вдвое или же увеличивается до бесконечности при изменении горизонтального угла входа электронов на величину $\Delta\theta_x = \pm K/2$, в ту или иную сторону от равновесного значения. Здесь K - параметр ондуляторности (порядка нескольких единиц), а γ - приведенная энергия электрона (порядка тысячи или больше). Полученные в работе результаты позволяют предложить новые методы, как можно модифицировать фокусирующие свойства ондуляторов (их фокусные расстояния).

Список литературы

1. Barkov L. M., Baryshev V. B., Kulipanov G. N., Mezentsev N.A. и др. A proposal to install a superconducting wiggler magnet on the storage ring VEPP-3 for generation of the synchrotron radiation. Nuclear Instr. Meth. 1978. V. 152. № 1. P. 23.