

Сравнение методов моделирования выходных параметров обратного комптоновского рассеяния

Захарова Алина Александровна

Студент (магистр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Филиал МГУ в городе Сарове, Саров, Россия

E-mail: zaharowa.alina@gmail.com

Комптоновское рассеяние является одним из ключевых процессов в физике высоких энергий, астрофизике и ускорительной технике. Обратное комптоновское рассеяние (ОКР) фотонов на встречных релятивистских электронах приводит к значительному повышению энергии фотонов (в некоторых случаях, на несколько порядков), что находит применение в разработке новых источников электромагнитного излучения для научных и медицинских приложений, в исследовании свойств элементарных частиц и т.д. [1-3]. Численное моделирование является полезным инструментом при проектировании и создании больших научных установок, в частности источников комптоновского излучения, а также при планировании экспериментов на них. Для того чтобы оперативно реагировать на вопросы, возникающие при создании установок, важно иметь простые коды, позволяющие быстро получать необходимые оценки. В то же время важно иметь вычислительные программы, позволяющие моделировать различные процессы в установках с высокой точностью, несмотря на то, что на это могут потребоваться значительные вычислительные ресурсы и большое машинное время. Таким образом, в идеале необходимо иметь целую линейку кодов, делающих возможным расчет различных элементов и систем установки, а также моделирование режимов ее функционирования.

Актуальность данной работы обусловлена растущими требованиями к точности и гибкости моделей, используемых для описания ОКР. В настоящее время используются различные подходы к моделированию этого процесса [4]. В рамках данного доклада были рассмотрены методы моделирования с помощью специализированной программы TSourceXG – на основе аналитического и численного интегрирования дифференциальных сечений рассеяния заданных гауссовых форм распределений фотонов и электронов и программы с использованием пользовательского кода. Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор оптимального метода зависит от конкретных задач и условий исследования.

Простой аналитический расчет позволяет получить точные выражения для ключевых параметров, но требует упрощений. Специализированная программа TSourceXG предоставляет возможность быстрой оценки основных параметров томсоновских источников, таких как полный поток фотонов, поток рентгеновских фотонов в заданном направлении, спектральная яркость и поляризация в заданном направлении. В свою очередь, пользовательский код позволяет адаптировать модель под сложные и нестандартные задачи. Анализ полученного таким образом спектрально-углового распределения фотонов может помочь в оптимизации параметров комптоновского источника, таких как энергия и интенсивность пучка электронов, энергия и геометрия падающего лазерного излучения, геометрия взаимодействия пучков (угол столкновения, размеры пучков). Эти данные могут быть необходимы для понимания того, как источник излучения может быть использован в конкретных экспериментах или приложениях.

На основе проведенного анализа сделаны выводы о применимости каждого метода в зависимости от задач исследования. Комбинированный подход, сочетающий аналитиче-

ские расчеты, использование специализированных программ и разработку пользовательских кодов, позволяет достичь максимальной точности и эффективности в моделировании процесса обратного комптоновского рассеяния.

Источники и литература

- 1) Григоренко, Л.В. и др. Проект научной программы ИНОК – комптоновского источника монохроматических гамма-квантов НЦФМ // Физмат. 2023, Номер 3-4, Том 1.
- 2) Gunther, B. et al. The versatile X-ray beamline of the Munich Compact Light Source: design, instrumentation and applications // Journal of synchrotron radiation. 2020, Vol. 27(5). p. 1395-1414.
- 3) Snigirev, A. et al. On the possibilities of x-ray phase contrast microimaging by coherent high-energy synchrotron radiation // Review of Scientific Instruments. 1995, №.12, p. 5486-5492.
- 4) Krafft G. A. et al. Scattered spectra from inverse Compton sources operating at high laser fields and high electron energies // Physical Review Accelerators and Beams. 2023, Vol. 26. P. 034401