Метод реконструкции спектров мягкого рентгеновского излучения плазмы по спектрограммам, зарегистрированным с помощью пропускающей дифракционоой решетки

Кологривов А.А., Рупасов А.А., Склизков Г.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН (ФИАН), Москва, Россия, kologriv@sci.lebedev.ru

Предлагается итерационный метод последовательной вычислительной коррекции вида дифракционной картины, регистрируемой с помощью пропускающей дифракционной решётки (ПДР), с целью восстановления истинного спектра излучения источника. Трудность восстановления истинного спектра на основе спектрограмм, полученных с помощью ПДР, состоит в том, что на регистрирующем элементе (например, ПЗС-матрице или фотопленке) различные порядки дифракции частично перекрываются, налагаясь друг на друга, что искажает реальный вид спектра. В случае линейчатого спектра это не создает особых проблем, так как строгая периодическая повторяемость (ввиду линейности дисперсии) одних и тех же линий в разных порядках дифракции хорошо видна, так что их идентификация не вызывает затруднений. В случае же непрерывного спектра разделение вклада различных порядков дифракции в регистрируемую спектрограмму представляет собой специальную задачу. Для решения этой задачи был разработан итерационный алгоритм для ПДР с типичными значениями отношения ширины прозрачной части периода к величине периода *δ/d* = 1/2, 1/3 и 1/4.

Вначале решалась прямая задача: расчёт спектральной интенсивности излучения, регистрируемого в различных порядках дифракции для упомянутых ПДР (прямая задача). Вычислены погрешности, возникающие вследствие пренебрежения высшими порядками дифракции. Определены зависимости вида регистрируемой спектрограммы от количества учитываемых порядков дифракции. Далее было проведено тестирование работоспособности разработанного алгоритма. Задавался модельный двухтемпературный спектр, вычислялось спектральное распределение после прохождения сквозь ПДР, и с помощью данного алгоритма восстанавливался вид спектра (обратная задача). Оказалось, что после 6–12 итераций вид реконструированного спектра совпадал с наперёд заданным с достаточной точностью. Число требуемых для реконструкции спектра итераций зависит от параметра *δ/d.* Наименьшее число итераций требуется для ПДР с δ/*d* = 1/2.

Оказалось, что скорость сходимости и точность восстановления спектра в достаточно широких пределах практически не зависят от выбора начального приближения. Показано, что метод может применяться для восстановления как спектров, имеющих вид плавно изменяющихся зависимостей интенсивности излучения от длины волны, так и спектров, у которых эта зависимость имеет дополнительные максимумы.

Рассмотренный метод может найти применение для спектральных измерений (включая абсолютные измерения по энергии) мягкого рентгеновского излучения, генерируемого в лазерной плазме, электрических разрядах и в экспериментах по управляемому термоядерному синтезу.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант РФФИ 16-02-00302.