

УДК 535:621.373.826

**РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ  
ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ЛАЗЕРНОМУ  
УСКОРЕНИЮ ЭЛЕКТРОНОВ**

**С.Ф. Ковалёва<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – начальник группы А.С. Тищенко<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина», 456770 Челябинская обл., г. Снежинск, ул. Васильева, д. 13, тел. 8(35146)51126, факс 8(35146)51101, [dep5@vniitf.ru](mailto:dep5@vniitf.ru)

**Аннотация.**

В работе представлены решения прикладных оптических задач при проведении экспериментов по лазерному ускорению электронов. Описаны все этапы работ с газовой мишенью. Представлены способ измерения распределения электронной плотности газовой струи, способ наведения и настройки фокусировки лазерного излучения на газовую мишень.

**Ключевые слова:** лазерное ускорение электронов, газовая мишень, оптическая система, электронный пучок.

**Введение.**

С ростом мощности лазерных установок с ультракороткими импульсами получили развитие лазер-плазменные ускорители заряженных частиц. Ускоряемые на лазерных установках пучки релятивистских электронов могут служить яркими источниками жесткого рентгеновского излучения с беспрецедентно малыми размерами излучающей области и короткими длительностями импульса. Свойства таких источников привлекательны для ряда прикладных задач, например, в неразрушающем контроле, в диагностировании быстропротекающих процессов и др.

На фемтосекундной лазерной установке были проведены эксперименты по генерации пучков релятивистских электронов в плотных газовых струях ( $n_e \sim 10^{20} \text{ см}^{-3}$ ).

**Постановка задач.**

Для успешного выполнения экспериментального исследования лазерного ускорения электронов потребовалось решить ряд прикладных задач:

1. Характеризация мишени – измерение пространственного распределения электронной плотности газовой струи.
2. Наведение лазерного излучения на газовую мишень.
3. Регистрация области взаимодействия во время эксперимента.

**Решения.**

1. Для визуализации газовой струи и измерения распределения молекулярной плотности был разработан и собран интерферометр Маха-Цендера. Регистрация интерференционной картины осуществлялась цифровой видеосистемой. Для восстановления распределения концентрации молекул, а затем и электронов в струе использовалась свертка Абеля.

2. Для наведения и настройки фокусировки лазерного излучения в газовую мишень была собрана оптическая система, основанная на

регистрации автоколлимационного изображения пятна юстировочного излучения на поверхности фальш-мишени, установленной над газовым соплом в области с оптимальным пространственным распределением электронной плотности. Для формирования юстировочного пучка с пространственно-угловыми характеристиками, близкими к характеристикам рабочего излучения, и настройки коллинеарности рабочего и юстировочного пучков был создан оптический стенд.

3. Для регистрации изображения среза сопла и поверхности фальш-мишени с целью контроля положения фокального пятна использовалась система фронтального видеонаблюдения в реальном времени. В экспериментах с газовыми мишенями требовалось регистрировать изображение области взаимодействия с ракурса, перпендикулярного направлению распространения лазерного пучка. Для этого была собрана система бокового наблюдения, которая позволила зарегистрировать плазменные каналы в газовой струе.

#### **Заключение.**

Решение вышеназванных задач позволило провести успешные эксперименты по генерации пучков релятивистских электронов.

Получены отпечатки, измерены суммарный заряд и спектры электронных пучков при различных значениях концентрации электронов на оси газовой мишени. Также методом дифференцирования функции размытия края теневого изображения был определён размер источника жесткого тормозного рентгеновского излучения из танталового конвертера, размещённого в электронном пучке.