

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию **Шпакова Владимира Сергеевича** «Диагностика ультрарелятивистских электронных пучков с помощью двухщелевой системы дифракционного излучения», представленную на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.20- физика пучков и ускорительная техника.

В настоящее время увеличение яркости и частоты повторения электронных пучков является одним из приоритетных направлений развития ускорительной техники. Разработка и создание современных ускорителей с субмиллиметровыми поперечными размерами пучков и пикосекундной длительностью сгустков ведет к необходимости совершенствования средств диагностики электронных пучков, в том числе невозмущающих методов диагностики. Одним из перспективных направлений в этой области является использование дифракционного излучения. Объектом исследования в работе, проведенной Шпаковым Владимиром Сергеевичем, является один из вариантов системы диагностики ультрарелятивистских пучков, основанной на использовании дифракционного излучения, которая является невозмущающей, чем и объясняется актуальность представленной диссертации.

В работе Шпакова В.С. представлены результаты теоретического исследования такой системы, на основе которых разработан компьютерный код, позволяющий учитывать практически все параметры, характеризующие электронный сгусток. Работоспособность кода была проверена при сравнении результатов с экспериментальными данными. Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения и списка литературы.

В первой главе кратко описаны установки, на которых получены электронные пучки с экстремальными параметрами по яркости и длительности, а также существующие методы диагностики таких пучков (основные параметры и пределы их применимости). Также в этой главе представлены установки, для которых в первую очередь планируется использование предлагаемой системы, основанной на измерении характеристик дифракционного излучения, генерируемого в двух мишенях, одна из которых повернута на 45° , при прохождении электронного пучка через щели в обеих мишенях.

Во второй главе представлены основные свойства и характеристики дифракционного излучения, которые впоследствии были использованы в работе для анализа свойств излучения двухщелевой системы и построения ее численной модели, описывающей угловое распределение результирующего дифракционного излучения. В конце главы представлены результаты теоретического исследования влияния расходимости электронного сгустка на его форм-фактор, и были получены условия, при которых это влияние оказывается существенным.

Третья глава диссертации посвящена получению основных выражений, описывающих характеристики дифракционного излучения применительно к про-

блеме диагностики электронных пучков. Проведена оценка возможности применения приближения волновой зоны для описания дифракционного излучения от двухщелевой системы. На основе полученных выражений был создан код, позволяющий анализировать параметры электронного пучка при измерениях углового распределения дифракционного излучения. С помощью построенной модели подробно описаны особенности двухщелевой системы, а также исследован новый параметр, возникающий в такой системе – вертикальное смещение центров щелей относительно друг друга. Было показано, что характер изменений углового распределения дифракционного излучения, зависящий от этого параметра, резко отличается от эффектов расходимости пучка, благодаря чему существует возможность проводить подгонку экспериментальных распределений, вводя смещение щелей как подгоночный параметр.

В четвертой главе проводится сравнение результатов моделирования с результатами экспериментов, проведенных на установке TTF FLASH (DESY, Германия). Хорошее совпадение экспериментальных и теоретических угловых распределений, построенных с помощью созданных моделей, подтверждает достоверность полученных результатов и сделанных выводов.

В качестве основных результатов работы Шпакова В.С. можно отметить следующие. Изучено влияние такого аппаратурного параметра, присутствующего в двухщелевой системе, как вертикальное смещение между центрами щелей, который с неизбежностью будет появляться при создании диагностической станции с двумя щелями. Создана численная модель двухщелевой системы, позволяющая анализировать угловые распределения дифракционного излучения, которая была протестирована при сравнении с полученными экспериментальными данными и показала свою эффективность. Также было изучено влияние расходимости электронного пучка на его формфактор применительно к дифракционному излучению и получено условие на расходимость пучка, при выполнении которого это влияние оказывается существенным.

Полученные результаты свидетельствуют о научной значимости представленной Шпаковым В.С. диссертации и, несомненно, обладают как практическим, так и теоретическим потенциалом.

В работе можно отметить следующие недостатки:

1. Из оценочного выражения для форм-фактора (2.63) следует, что длина сгустка σ_z и параметр $h\sigma_{div}$ входят равноправно, поэтому критерий необходимости учета расходимости электронного пучка должен включать в себя параметр σ_z , тогда как автор приводит условие для расходимости (см. стр. 48) $\sigma_{div} \sim 1/\pi\gamma$, что несомненно, является весьма приближенным условием.
2. На стр. 77 автор пишет: «...параметры для рассчитанного распределения были подобраны так, чтобы среднее квадратичное отклонение теоретического распределения от экспериментального было минимальным».

Не описаны какие именно параметры подгонялись. Кроме того, из текста диссертации непонятно, можно ли без подгонки извлечь σ'_y и σ_y (что является целью диагностики пучка) и какова будет погрешность этих параметров.

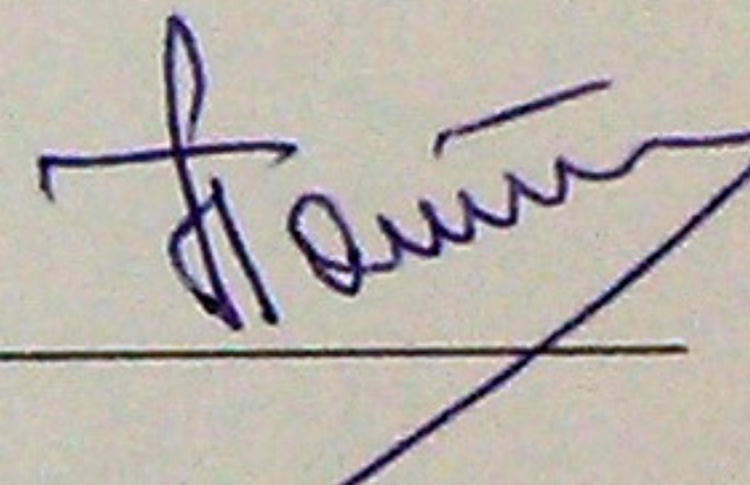
3. Следует отметить некоторую небрежность в оформлении диссертации. Например, в списке литературы под № 25 и № 52 указана одна и та же книга. В подписях к рис. 2.9 и 2.10 дается ссылка на выражение (3.3), которое совершенно не относится к приводимым кривым. На стр. 63 пропущены единицы измерения в предложении «...на расстоянии 0.5 от центра...».

Указанные недостатки не являются критическими и не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертационная работа Шпакова В.С. является законченным научным исследованием. Сделанные выводы и полученные результаты будут полезны как в непосредственных приложениях, так и с теоретической точки зрения. Достоверность результатов подтверждается результатами экспериментов и результатами полученными другими авторами, в тех случаях, где сравнение возможно. Результаты данной работы в полной мере опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК, а также докладывались на международных конференциях.

Диссертация Шпакова В.С. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к работам на соискание степени кандидата физико-математических наук, автореферат соответствует содержанию диссертации, а диссертант заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.20 – физика пучков и ускорительная физика.

Официальный оппонент:

Потылицын А.П., д.ф.-м.н., профессор,
зав. кафедрой Прикладной физики ТПУ

21.05.14 

Подпись Потылицына А.П. заверяю.
Ученый секретарь Ученого Совета ТПУ,
О.А. Ананьева



