

УДК 621.384.6

**Спектры переходного излучения, генерируемого электронными пучками,
на различных ускорителях в России: моделирование**

М.М. Токтаганова

Научный руководитель: к.ф.-м.н., Д.А. Шкитов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: mmt8@tpu.ru

**Spectrum of transition radiation generated by electron beams
at different accelerators in Russia: simulation results**

M.M. Toktaganova

Scientific Supervisor: PhD., D.A. Shkitov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: mmt8@tpu.ru

Abstract. *This paper presents the simulation results of the spectral-angular characteristics of transition and diffraction radiation from targets of finite dimensions, based on data from 8 research electron accelerators in Russia.*

Key words: *electron beam diagnostics, spectral distributions, angular distributions.*

Введение

Переходное излучение (ПИ), генерируется при взаимодействии кулоновского поля заряженной частицы, пересекающей границу раздела сред. Основное применение ПИ в ускорительной технике – диагностика поперечных и продольных размеров пучков. Для разработки методов диагностики требуется проведение экспериментальных измерений. Необходимы установки с соответствующей инфраструктурой. В настоящей работе проведено моделирование спектров ПИ на 8 установках России с целью анализа потенциальной организации исследований по разработке методов диагностики пучков [1].

Материалы и методы исследования

Код для проведения моделирования подробно описан в [2, 3]. На рис. 1 представлены схемы генерации ПИ в проведенном моделировании от одного электрона и его частного случая (исторически выделяемого в отдельный тип) дифракционного излучения (ДИ). Выбор установок к проведению анализа обусловлен наличием полной информации для возможности проведения моделирования. Информация об ускорителях представлена в [4]. Заметим, что полный список существующих установок не ограничивается 8-ю наименованиями.

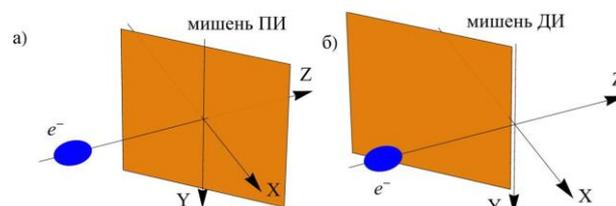


Рис. 1. Схема генерации ПИ (а) и ДИ (б) от мишени конечного размера

Результаты и обсуждения

На рис. 2 представлены результаты моделирования спектрально-угловых (а) и спектральных (б) распределений 8-ми ускорителей из таблицы [4], каждой установке соответствует цифровой индекс.

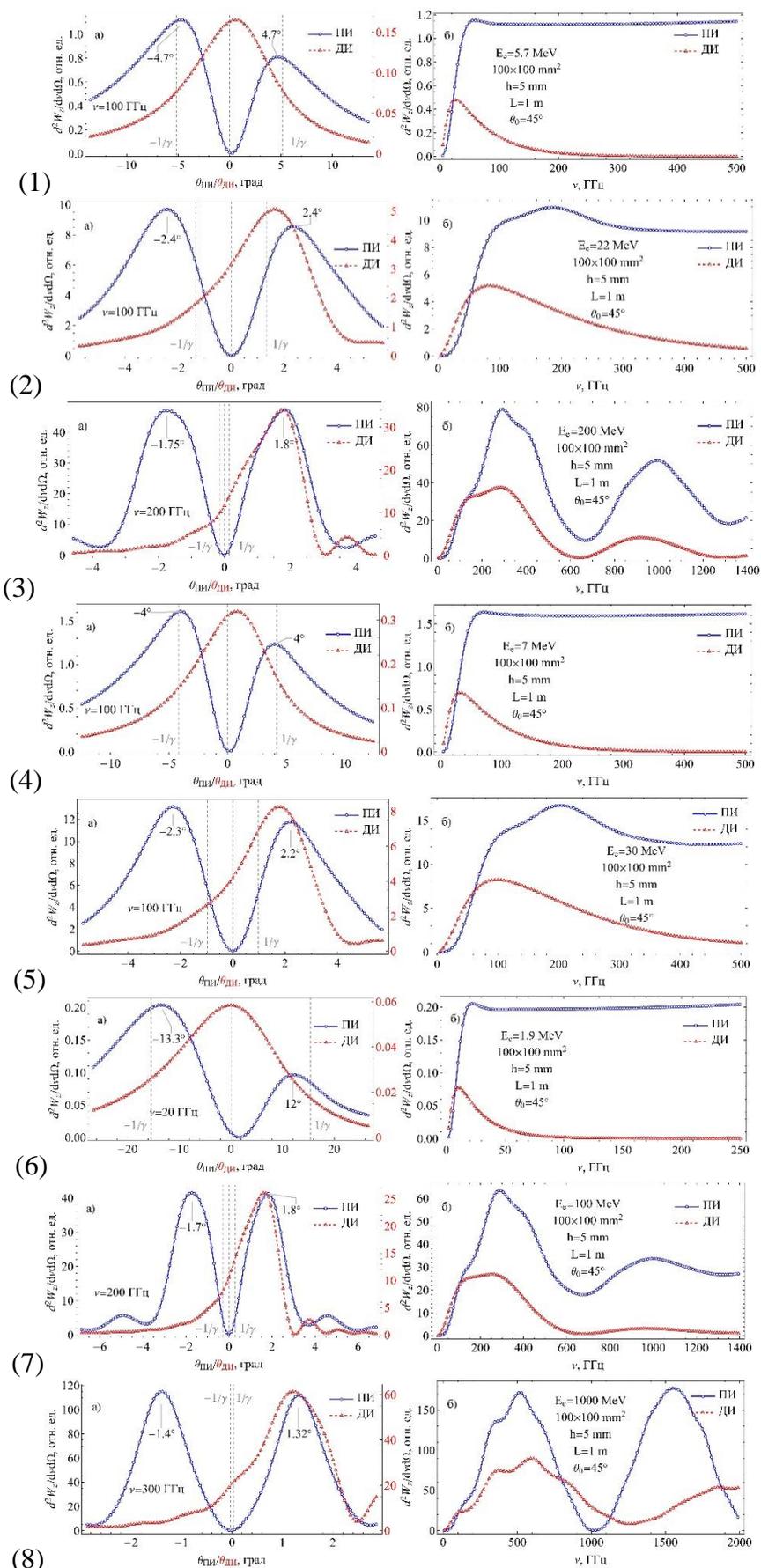


Рис. 2. Спектрально-угловые характеристики ПИ и ДИ от конечной мишени

На рис. 2.1(а) наблюдается небольшое смещение двух характерных пиков интенсивности ПИ относительно параметра $1/\gamma$ в сторону меньших углов. Пик ДИ смещен относительно 0 вправо. На рис. 2.1(б) можно видеть, что характерная линия ПИ выходит на плато в области высоких частотах, в то время как поведение линии ДИ имеет плавный нисходящий характер в той же области. При этом пик ПИ выше пика ДИ примерно в 2.4 раза. На рис. 2.2(а) наблюдается смещение пика ДИ относительно 0 градусов вправо. Пик ДИ находится около значения параметра $1/\gamma$. Отклонение пиков ПИ от параметра $1/\gamma$ составляет около 1-го градуса. Анализируя спектр на рис. 2.2(б), можно сказать, что отношение высоты пика ПИ к пику ДИ составляет около 2. При этом, пики менее монохроматичны чем в примере 2.1. Спектр на рис. 2.3(б) интерес тем, что здесь наблюдается появление выраженного минимума около 650 ГГц и для ПИ, и для ДИ. Так же отсутствует регион плато для ПИ. В угловом распределении наблюдается совпадение пика ПИ и ДИ в угле 1.8 град. Случай на рис. 2.4, практически идентичен случаю 2.1, ввиду схожести параметров рассматриваемых ускорительных машин. Тоже можно сказать и о рис. 2.5, где основным отличием от случая, представленного на рис. 2.2 является большая (30 МэВ против 22 МэВ) энергия налетающего электрона, что выражается в небольшом смещении угловых характеристик и параметра $1/\gamma$, и о рис. 2.7, подобному случаю на рис. 2.3 (200 МэВ против 100 МэВ). Наиболее интересным представляется рис. 2.8(б) где можно заметить появление выраженного минимума интенсивности около 1000 ГГц для ПИ и 1250 ГГц для ДИ. При этом амплитуда следующего частотного пика ПИ не становится меньше предыдущего. В следующих работах планируется описать физические процессы, лежащие в основе полученных результатов спектрально-угловых характеристик ПИ и ДИ, и при наличии соответствующих данных, провести моделирования характеристик большего числа ускорителей из составленного списка.

Заключение

Представлены результаты моделирования спектрально-угловых спектральных характеристик переходного и дифракционного излучения от мишеней конечных размеров по данным 8-ми исследовательских ускорителей электронов России. Наблюдаемые различия в спектрах и угловых распределениях имеют значение для диагностики пучков и планирования экспериментов. Дальнейшие исследования будут направлены на более глубокое изучение физических процессов и расширение анализа на более широкий круг ускорителей. Расчёты выполнены на вычислительном кластере ТПУ.

Работа выполнена при поддержке ГЗ "Наука" №19.0003.ГЗБ.2023.

Список литературы

1. Шкитов Д.А., Токтаганова М.М. Экспериментальные установки для потенциальных исследований поляризованного излучения в России // Молодежь и современные информационные технологии сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 22–26 марта 2021 г., г. Томск. – Томск: Изд-во ТПУ, 2021. – С. 172–173.
2. Shkitov D.A. Code for simulation of diffraction radiation from flat finite surfaces // Proceedings of RuPAC2018, Protvino. – 2018. – P. 510.
3. Шкитов Д.А., Токтаганова М.М. Код для моделирования переходного и дифракционного излучений от металлических мишеней конечных размеров с произвольными формами // Материалы XXVIII Российской конференции по ускорителям заряженных частиц (RuPAC'23), 11-15 сентября 2023 г., г. Новосибирск. – Новосибирск, 2023. – С. 28–30.
4. Таблица электронных ускорителей в России (версия 2). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SHKITOVDA/eng/files/files> (дата обращения 24.02.2023).