

## Влияние величины ведущего магнитного поля на излучение многоволнового черенковского генератора

В. Н. Корниенко\* В. А. Черепенин  
 ИРЭ имени В. А. Котельникова РАН  
 Россия, 125009, Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 72

Методами вычислительного эксперимента исследовано влияние величины ведущего магнитного поля на характеристики импульса излучения многоволнового черенковского генератора. Показано, что зависимость максимальной мощности излучения от значения магнитного поля носит резонансный характер.

PACS: 84.40.-x

УДК: 537.5

Ключевые слова: вычислительный эксперимент, релятивистская сильноточная электроника, многоволновой черенковский генератор.

Во второй половине XX века началось стремительное развитие нового направления в радиофизике сверхвысоких частот — релятивистской высокочастотной электроники (РВЭ), изучающей возможности преобразования энергии релятивистских электронных потоков большой интенсивности в мощное когерентное электромагнитное излучение [1]. Одним из приборов РВЭ является многоволновой черенковский генератор (МВЧГ) [2], который был создан в ИСЭ СО РАН совместно с ИРЭ РАН. На этом генераторе удалось достичь рекордный до настоящего времени уровень выходной мощности — около 15 ГВт в 3-х сантиметровом диапазоне длин волн. Уникальные характеристики МВЧГ связаны с необычным для традиционной электроники характером взаимодействия электронного пучка и электромагнитного поля [3]. Среди множества конструктивных особенностей этого устройства следует отметить большой диаметр (около 14 см) аксиально-симметричной электродинамической структуры (ЭС), которая состоит из двух секций с относительно малым (0.6 см) размером периодически расположенных неоднородностей, разделенных отрезком гладкого круглого волновода, а также высокоэнергетический (около 2-х МэВ) трубчатый электронный поток, транспортируемый в достаточно большом продольном постоянном магнитном поле на расстоянии 0.5–1.5 см от края неоднородностей. Это магнитное поле обычно называется ведущим и в экспериментах, описанных в [2], принимало значение в диапазоне  $B_0 = 18\text{--}21$  кГс.

Данная работа посвящена исследованию при помощи методов вычислительного эксперимента влияния величины ведущего магнитного поля на основные характеристики импульса излучения МВЧГ: его максимальную мощность, длительность, спектральный состав и пр. В основе использованной численной схемы лежит алгоритм решения самосогласованной системы уравнений, включающей в себя уравнения Максвелла в пространственно-временном представлении и уравне-

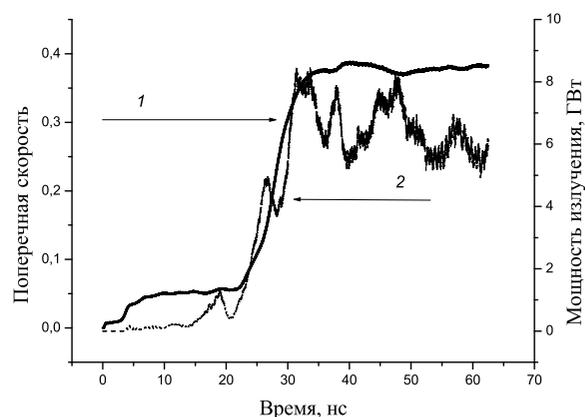


Рис. 1: Зависимость средней поперечной скорости электронов (1) и мощности излучения (2) от времени при  $B_0 = 18$  кГс.

ния движения заряженных частиц [4].

При моделировании параметры электронного пучка и ЭС имели значения, близкие к реализованным в эксперименте [3], а именно, ток пучка был равен 21 кА, начальная энергия заряженных частиц составляла 1.8 МэВ, радиус пучка 5.55 см. Первая секция ЭС содержала 26 неоднородностей круглого волновода, которые имели вид полуторов с радиусом 3 мм. Расстояние между неоднородностями 1.5 см. Вторая секция, отстоящая от первой на расстояние 6 см, состояла из 8-ми аналогичных неоднородностей.

Проведенные вычислительные эксперименты показали, что во время формирования импульса излучения средняя поперечная скорость частиц пучка существенно возрастает (рис.1, скорость нормирована на скорость света в вакууме). Это дает основание предположить возможность значительного влияния ведущего магнитного поля на характеристики излучения МВЧГ. Действительно, зависимость максимальной генерируемой мощности от магнитного поля, значения которого лежат в рабочем диапазоне МВЧГ, имеет резонансный характер (рис.2).

\*E-mail: korn@cplire.ru

Моделирование было проведено на вычислительных ресурсах Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН.

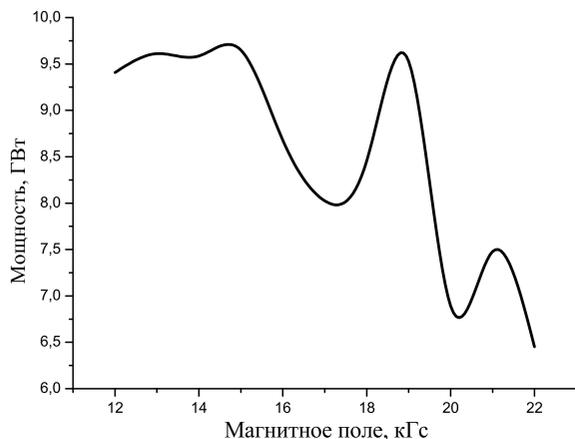


Рис. 2: Зависимость максимальной мощности импульса излучения от величины ведущего магнитного поля.

- [1] Гапонов-Грехов А.В., Петелин М.И. Вестник АН СССР. №4. С. 11. (1979).  
 [2] Бугаев С.П., Канавец В.И., Климов А.И. и др. Письма в ЖТФ. **9**, Вып. 22. С. 1385. (1983).  
 [3] Бугаев С.П., Канавец В.И., Кошелев В.И., Черепенин В.А.

- Релятивистские многоволновые СВЧ-генераторы. (Новосибирск: «Наука», 1991).  
 [4] Корниенко В.Н., Черепенин В.А. Радиотехника и электроника. **48**, №6. С. 758 (2003).

## Effect of the guiding magnetic field on radiation of multi-wave Cherenkov oscillator

V. A. Cherepenin, V. N. Kornienko<sup>a</sup>

Kotelnikov's Institute of Radioengineering and Electronic RAS, Moscow 125009, Russia

E-mail: <sup>a</sup>korn@cplire.ru

Methods of computer simulation were used for investigating of the effect of the guiding magnetic field on the characteristics of the radiation pulse of the multi-wave Cherenkov generator. It is shown that the dependence of the maximum radiation power of the value of the magnetic field is resonant.

PACS: 84.40.-x

Keywords: computer simulation, high power microwave, multi-wave Cherenkov oscillator.

Received 27.07.2015.

### Сведения об авторах

1. Корниенко Владимир Николаевич — канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник; тел.: (495) 629-72-79, e-mail: korn@cplire.ru.
2. Черепенин Владимир Алексеевич — чл.-корр. РАН, заместитель директора; тел.: (495) 629-72-79, e-mail: cher@cplire.ru.