

В. 75

24

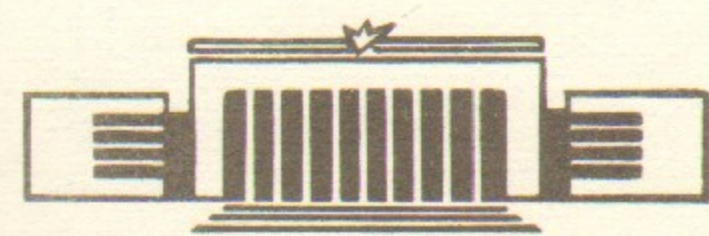
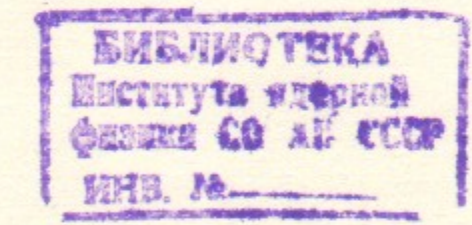


ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

С.Г. Воропаев, С.В. Лебедев, В.В. Чикунов,  
М.А. Щеглов

ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОСЕКУНДНОГО РЭП НА  
ДВУХМОДУЛЬНОМ LC-ГЕНЕРАТОРЕ

ПРЕПРИНТ 84-132



НОВОСИБИРСК

В работах [1,2] сообщалось о получении на установке У-1 релятивистского электронного пучка (РЭП) микросекундной длительности с энергосодержанием 55 кДж и его сжатии в продольном сходящемся магнитном поле. В описанных экспериментах источником высокого напряжения являлся ГИИ LC - типа, в исходную конструкцию которого [3] был внесен ряд существенных изменений, позволивших увеличить надежность работы ГИИ (см. работы [1,2] и библиографию в них) и уменьшить его индуктивность.

Для увеличения энергосодержания пучка параллельно существующему LC-генератору был подключен второй модуль, конструктивно выполненный аналогично первому. Один из модулей собран из конденсаторов МИК-50-4, а другой - из серийных конденсаторов ИК-50-3. При рабочем напряжении на конденсаторах 45 кВ энергозапас в двухмодульном генераторе составляет 250 кДж.

Соединение двух модулей генератора выполнено кабелями по-секционно, так что коммутаторы первого модуля являются общими для обоих модулей и обеспечивают инверсию напряжения на конденсаторах как в первом, так и во втором модуле. При таком соединении волновое сопротивление генератора уменьшилось с 9 Ом до 6 Ом. Подключение второго модуля позволило практически без изменения геометрии диода увеличить параметры пучка.

Схема эксперимента приведена на рис.1. Высоковольтный импульс от генератора подавался на квазиплоский графитовый катод 5 диаметром 20 см. В качестве коллектора пучка использовался графитовый калориметр 7, перед которым могла помещаться алюминиевая фольга 6 толщиной 30 мкм. Расстояние между катодом и анодом составляло 8 см. Напряжение на катоде  $U_0$  измерялось резистивным делителем I. Ток генератора  $I_r$ , ток диода  $I_d$  и ток на калориметр  $I_n$  регистрировались поясами Роговского, соответственно 2, 8, 9. остаточное давление в вакуумной камере составляло  $(2-5) \times 10^{-5}$  тор.

В предыдущих экспериментах [1,2] в диоде создавалось практически однородное продольное магнитное поле. В такой геометрии магнитного поля наблюдалась эмиссия электронов с боковой поверхности электрода 4 вперед, вне апертуры калориметра и назад, вдоль силовых линий магнитного поля. Величина тока утечки вперед достигала 30% тока диода при максимальном напряжении на диоде. В настоящих экспериментах геометрия маг-

нитного поля была изменена так, что силовая линия, касающаяся электрода 4 (см.рис.1), проходит вблизи поверхности катода и попадает в апертуру калориметра. Это позволило собрать на калориметр весь ток, идущий вперед.

На рис.2 приведены осциллограммы одного из типичных выстрелов: напряжения на диоде  $U_d$ , тока генератора  $I_r$ , и тока пучка  $I_n$ . Напряжение на катоде достигает в максимуме 900 кВ. Максимальный ток пучка на калориметр составлял 50 кА. Ток диода  $I_d$  в течение импульса напряжения практически совпадает с током пучка  $I_n$ . Ток генератора  $I_r$  превышает ток пучка  $I_n$  вследствие эмиссии электронов с поверхности электрода 4 назад, как и в предыдущих экспериментах. Максимальная величина тока утечки назад достигает 30%  $I_r$ , а уносимая им энергия ( $\int (I_r - I_n) U_d dt$ ) составляет 30 кДж.

Полная энергия пучка за импульс после прохождения анодной фольги определялась по показаниям калориметра и по интегралу  $Q_n = \int I_n U_d dt$ . Определение энергии пучка последним способом корректно, т.к. в течение почти всего импульса энергия электронов соответствует приложенному к диоду напряжению  $[U]$ . Отметим, что энергия пучка, определенная обоими способами как при наличии перед калориметром тонкой анодной фольги, так и без нее, была практически одинакова.

Для приведенных на рис.2 осциллограмм полная энергия, выделяющаяся в диоде за время импульса, составляет  $Q_r = 135 \pm 7$  кДж, ( $Q_r = \int I_r U_d dt$ ), а в апертуру калориметра попадает  $\approx 80\%$   $Q_r$ , что составляет  $Q_n = 105 \pm 5$  кДж. В некоторых выстрелах наблюдалось более раннее резкое закорачивание диода в конце импульса, которое однако, практически не снижало энергосодержание пучка.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов с использованием двухмодульного LC-генератора получен релятивистский электронный пучок с плотностью тока до  $200 \text{ А/см}^2$ , энергией электронов до 900 кэВ, энергозапасом более 100 кДж при энергии, выделяющейся в диоде, 135 кДж.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Д.Д. Рютову за поддержку работы, Б.А.Князеву, В.С.Койдану, В.В.Конюхову, К.И.Меклеру и В.С.Николаеву за помощь на разных стадиях работы и полезные обсуждения.

1. С.Г.Воропаев, В.С.Койдан, С.В.Лебедев, В.С.Николаев, В.В.Чикунев, М.А.Щеглов. Мощный релятивистский электронный пучок микросекундной длительности для нагрева плазмы. Препринт ИЯФ СО АН СССР 83-72, Новосибирск, 1983, 14 с.: - ДАН СССР, 1984, т.276, № 1, с.III-II5.
2. С.Г.Воропаев, Б.А.Князев, В.С.Койдан, В.В.Конюхов, С.В.Лебедев, К.И.Меклер, В.В.Чикунев, М.А.Щеглов. Генерация и магнитная компрессия мощного РЭП микросекундной длительности - В сб.: Тезисы докладов У Всесоюзного симпозиума по сильноточной электронике. Томск, 1984, ч.1, с.181-183.
3. В.Т.Астрелин, В.В.Воробьев, В.М.Лагунов, В.С.Николаев, М.А.Щеглов. Малоиндуктивный ГИИ с воздушной изоляцией (1,8 МВ, 180 кДж). - Вопросы атомной науки и техники, Сер.: Термоядерный синтез, 1982, вып.1(9), с.19-23.

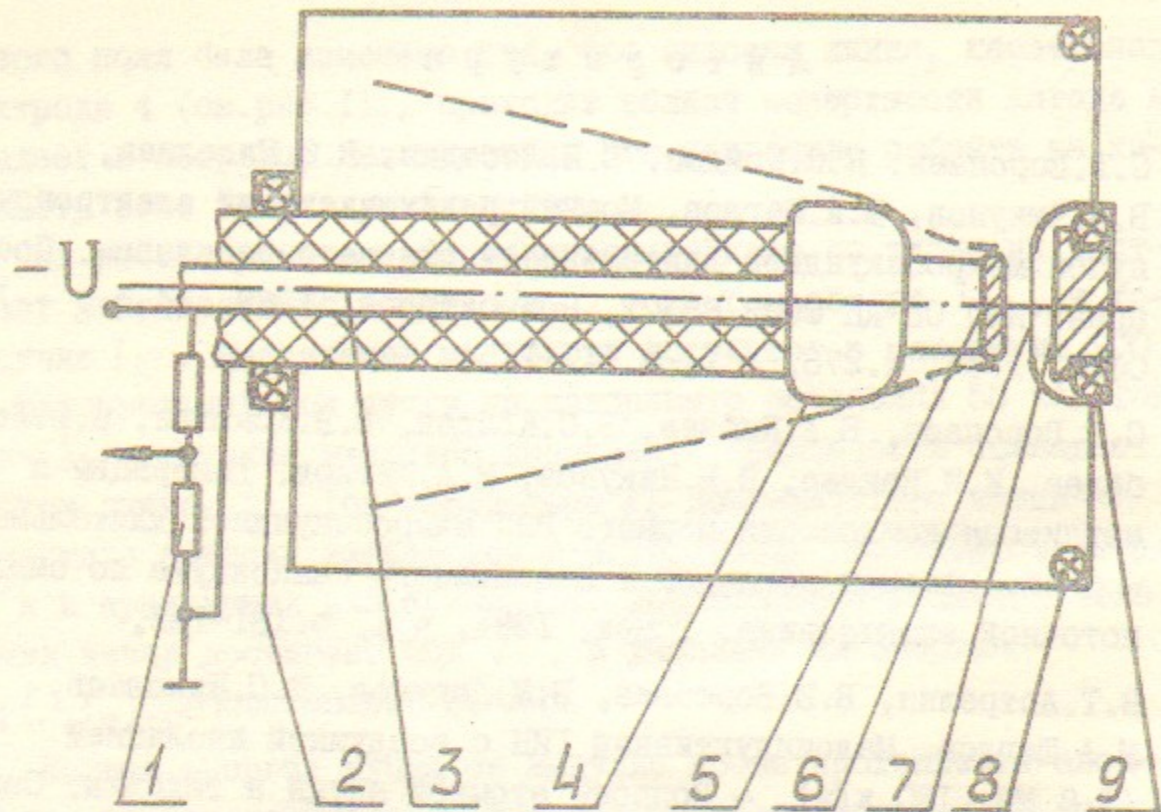


Рис.1. Схема эксперимента

1 - делитель напряжения; 2, 8, 9 - пояса Роговского;  
3 - высоковольтный вакуумный ввод; 4 - экранирующий  
электрод; 5 - катод; 6 - анодная фольга; 7 - калори-  
метр; пунктир - силовые линии магнитного поля.

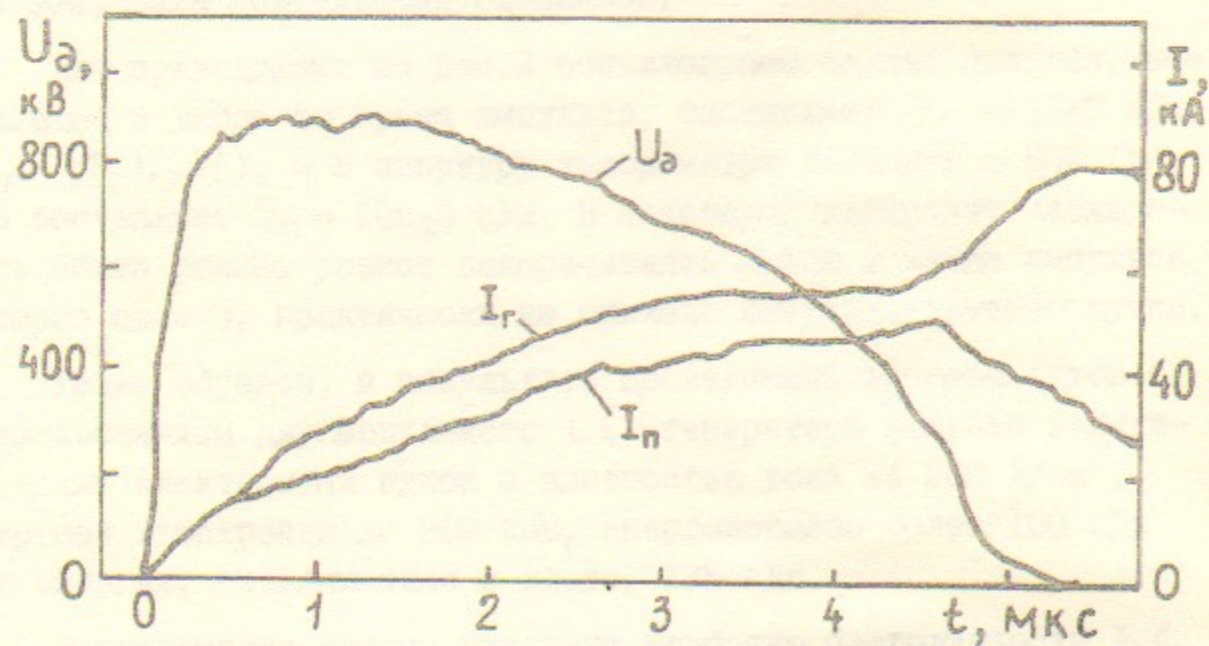


Рис.2. Осциллограммы одного из типичных выстрелов.

С.Г.Воропаев, С.В.Лебедев, В.В.Чикунов,  
М.А.Щеглов

ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОСЕКУНДНОГО РЭП НА  
ДВУХМОДУЛЬНОМ  $\angle C$  - ГЕНЕРАТОРЕ

Препринт  
№ 84-132

Работа поступила - 4 октября 1984 г.

Ответственный за выпуск - С.Г.Попов  
Подписано к печати 12.X-1984 г. МН 06167  
Формат бумаги 60x90 1/16 Усл.0,7 печ.л., 0,6 учетно-изд.л.  
Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ № 132.

Готапринт ИЯФ СО АН СССР, г.Новосибирск, 90