

## **Задающий генератор ускоряющей системы ионного синхротрона УК ускорительного комплекса ИТЭФ**

П.Н. Алексеев, В.П. Заводов, А.Д. Мильяченко

*ГНЦ РФ Институт теоретической и экспериментальной физики, Москва, Россия*

Для управления радиочастотой в ускоряющей системе ионного синхротрона УК разработан и построен задающий генератор (ЗГ) на основе интегральной схемы прямого цифрового синтеза частоты AD9830 с тактовой частотой 50 МГц, управляемой микроконтроллером на базе сигнального процессора TMS320C31. Микропроцессор обеспечивает работу ЗГ в реальном масштабе времени, реализацию закона изменения ускоряющей частоты  $f_{уск} = f(B)$  в диапазоне 0.5 ÷ 15 МГц и интерфейс связи с аппаратурой системы управления ускорительным комплексом.

В докладе описаны структура и принцип работы ЗГ в режиме реального времени, приведены характеристики выходного сигнала, результаты тестирования генератора. Приводятся результаты первых опытов использования ЗГ для ускорения ионов  $C^{4+}$  в УК.

Работа выполнена в рамках проекта ТВН-ИТЭФ.

## **Применение дополнительного контура обратной связи при возбуждении резонатора ускорителя тяжелых ионов в режиме автогенерации**

Р.М. Венгров, В.Г. Кузьмичёв, Д.А. Лякин

*Институт теоретической и экспериментальной физики, Москва, Россия*

Рассматриваются проблемы, связанные с запуском мощного двухкаскадного автогенератора системы ВЧ-питания ускорителя тяжелых ионов на частоте 27 МГц. Выявлены причины, негативно влияющие на условия возбуждения автогенератора. Представлены результаты анализа схемы замещения автогенератора и расчета передаточных функций разомкнутой системы при разных значениях шунтового сопротивления резонатора.

## **Согласование параметров формирующих линий и импульсных трансформаторов в схемах импульсных модуляторов для питания мощных клистронов**

И.В. Казарезов, А.А. Корепанов

*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия*

Рассмотрены вопросы выбора параметров импульсного трансформатора (ИТ) и формирующей линии (ФЛ), проведен сравнительный анализ параметров одинарных (ОФЛ) и двойных линий (ДФЛ). Показано, что преимущество ДФЛ при фиксированном напряжении источника питания проявляется, главным образом, в уменьшении значения паразитной индуктивности первичной цепи, приведенной ко вторичной обмотке за счет уменьшения вдвое коэффициента трансформации. Исследуется взаимное влияние параметров ИТ и ФЛ на форму импульса напряжения на клистроне.

### Одномодовые резонаторы 172, 178 МГц

В.Н. Волков, А.А. Бушуев, Э.И. Горникер, А.А. Данилевич, Е.К. Кенжебулатов,  
А.Н. Косарев, В.Я. Кремянский, Г.Я. Куркин, Я.Г. Крючков, И.Г. Макаров, В.Ю. Мараев,  
Н.В. Митянина, Д.Г. Мякишев, В.М. Петров, И.В. Полетаев, И.К. Седяров, А.В. Ситников,  
А.Г. Трибендис, Н.Г. Фомин

*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера, Новосибирск, Россия*

Одномодовые резонаторы, в которых подавлены все высшие моды колебаний, кроме ускоряющей, разработаны в Новосибирском институте ядерной физики (ИЯФ) для нового  $e^+e^-$ -коллайдера ВЭПП-2000 ( $2 \times 1000$  МэВ,  $2 \times 1000$  МэВ, 172 МГц) и для проекта NANOHANA в Японии, который по контракту разрабатывается в ИЯФ (циклический ускоритель 0.3 А, 0.5–1 ГэВ, 178 МГц). Устойчивость фазового движения сгустков в этих ускорителях с такими большими токами и относительно низкими энергиями частиц пучка обеспечивается при помощи этих одномодовых ускоряющих резонаторов, подавляющих когерентные взаимодействия пучка с высшими модами. Импедансы связи высших мод у резонаторов порядка  $200 \div 300$  Ом в диапазоне от 60 до 3500 МГц.

### СВЧ-окно с бегущими $H$ -волнами, разведенными по фазам

В.Д. Шемелин

*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера, Новосибирск, Россия*

Ранее была предложена методика создания требуемой конфигурации высших мод в сверхразмерном выходном СВЧ-окне с помощью ступенчатого перехода. Эта методика использована для разведения высших  $H$ -мод в диэлектрике по фазам, так что максимумы электрического поля этих мод проходят в каждой точке диэлектрика в разные моменты времени, чем достигается снижение максимальной амплитуды суммарного поля в области диэлектрика.

### Система управления, защиты и контроля модулятора клистрона К5045 и клистронного поста

К.М. Губин, П.А. Бак, В.К. Овчар, А.М. Резаков, Ю.Ф. Токарев, А.Г. Чупыра,  
Б.С. Эстрин, В.Д. Юдин

*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия*

В течение нескольких последних лет в ИЯФ СО РАН ведутся работы по созданию линейного ускорителя для комплекса ВЭПП-5. В качестве усилителей СВЧ в линейном ускорителе используются клистроны типа К5045 производства SLAC (США). В докладе описывается разработанная в Институте ядерной физики система управления, защиты и контроля клистрона, модулятора и сопутствующих систем.

## **Создание ВЧ-системы разрезного микротрона-рекуператора для мощного лазера на свободных электронах**

В.С. Арбузов, А.А. Бушуев, В.Н. Волков, Н.Г. Гаврилов, Э.И. Горникер, Е.К. Кенжебулатов, А.А. Кондаков, С.А. Крутихин, Я.Г. Крючков, И.В. Кушцов, Г.Я. Куркин, В.Ю. Лоскутов, Л.А. Мироненко, С.В. Мотыгин, В.Н. Осипов, В.М. Петров, И.К. Седяров, А.Г. Трибендис, Н.Г. Фомин  
*Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера, Новосибирск, Россия*

Описана ВЧ-система разрезного микротрона-рекуператора на энергию 100 МэВ, создаваемого в Институте ядерной физики (Новосибирск) для Центра фотохимии.

ВЧ-система работает на частоте 180.4 МГц и состоит из двух частей. Первая часть — ВЧ-система инжектора на энергию до 2 МэВ включает три резонатора: группирующий и два ускоряющих. Резонаторы соответственно питаются от генератора 5 кВт и двух одноламповых усилителей мощности на тетроде ГУ-101А по 130 кВт. Вторая часть ВЧ-системы состоит из 16 биметаллических резонаторов с ускоряющим напряжением по 850 кВ. Суммарное ускоряющее напряжение 13.6 МВ. С помощью двух распределительных фидерных линий резонаторы возбуждаются от двух 4-ламповых усилителей мощности на ГУ-101А с выходной мощностью по 600 кВт каждый. Система управления контролирует фазу и амплитуду ВЧ-напряжений в резонаторах и генерирует сигналы для синхронизации электронной пушки.

Приведены результаты работы ВЧ-системы инжектора и эффекты взаимодействия пучка и ВЧ-системы инжектора.

Начаты монтаж и испытания отдельных элементов ВЧ-системы самого микротрона-рекуператора. 10 резонаторов прогреты при температуре 300 градусов и испытаны при напряжении до 1100 кВ. Описана методика и результаты испытаний резонаторов на низком и высоком уровне мощности. Изготовлены и установлены на место выходные каскады мощных генераторов. Аналогичный 4-ламповый генератор на ГУ-101А, установленный на накопителе ВЗПП-4, был испытан при выходной мощности до 500 кВт.

## **Ускоряющая секция линейного ускорителя электронов 3-см диапазона**

В.А. Дворников, И.А. Кузьмин  
*Московский государственный инженерно-физический институт  
(технический университет), Россия*

Приводятся результаты расчета ускоряющей секции на основе круглого диафрагмированного волновода, работающего на бегущей волне и виде колебаний  $2\pi/3$ , на энергию 1,7 МэВ. Питание ускоряющей секции осуществляется от магнетрона с импульсной мощностью 250 кВт и рабочей длиной волны  $\lambda = 3,2$  см. Средний ток ускоряющих электронов на выходе 20 мкА. Мощность дозы тормозного излучения до 5 Рентген в минуту на расстоянии 1 м от мишени. Напряжение инжекции 24 кВ. Длина секции 40 см. Секция предназначена для портативного линейного ускорителя электронов.

## **Метод настройки круглого диафрагмированного волновода (КДВ) с переменными размерами**

В.А. Дворников, В.Е. Калюжный, И.А. Кузьмин  
*Московский государственный инженерно-физический институт  
(технический университет), Россия*

Рассматривается метод настройки КДВ с переменными размерами и рабочим видом колебаний  $2\pi/3$ . Геометрические размеры ячеек КДВ предварительно определялись путем численно-