

### ***Основные преимущества системы:***

- получение бесплатной энергии;
- используется неиссякаемый источник энергии – Солнце;
- не наносит вреда окружающей среде;
- требует только минимального обслуживания;
- энергия производится там же, где и потребляется.

### ***Недостатки системы:***

- зависимость от погоды и времени суток;
- необходимость периодической очистки отражающей/поглощающей поверхности от загрязнения;
- в условиях полного отсутствия поступления солнечного света заряда аккумуляторной батареи хватает пока только на одну ночь(летнюю), значит мне есть над чем поработать, чтобы усовершенствовать мою установку.

Данная установка вырабатывает электрическую энергию, не производя вредные выбросы в атмосферу, тем самым сохраняет климат. Она показывает, как использовать энергию, находящуюся в нашем распоряжении, т.е. энергию Солнца, настолько эффективно и безопасно по отношению к окружающей среде, насколько это возможно. Энергосбережение – не только сэкономленные деньги из бюджета, но и забота о тех, кому предстоит жить на Земле после нас.

УДК 534.4:533.9

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАЗМЫ В АКУСТИКЕ**

Мордвинцев К.С.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н.

В настоящее время для воспроизведения звука используются преимущественно электромеханические динамики, преобразующие электрический сигнал в механические колебания окружающей среды. Но данный принцип воспроизведения звука обладает рядом недостатков: появлением паразитных призвуков, резонансов, искажений, которые обусловлены, в частности, наличием подвижных элементов.

Повышение качества воспроизведения звука является актуальной задачей создания и совершенствования акустических систем. Одним из направлений решения этой задачи является разработка систем на основе применения и управления плазмой.

Плазма – сильно ионизованный газ, в котором концентрации положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы. Различают высокотемпературную плазму, возникающую при сверхвысоких температурах ( $\approx 10^8$  К), и газоразрядную плазму, которая является низкотемпературной плазмой ( $< 10^5$  К). Низкотемпературную плазму можно наблюдать как светящийся столб тлеющего разряда, канал искрового и

дугового разрядов, коронного разряда. Искровой разряд возникает при больших напряженностях электрического поля ( $\approx 3 \cdot 10^6$  В/м) в газе, находящемся под давлением порядка атмосферного  $10^5$  Па. После пробоя разрядного промежутка его сопротивление уменьшается и через искровой канал проходит кратковременный импульс тока большой силы. При этом в канале выделяется большое количество энергии, что вызывает скачкообразное увеличение давления, образования ударной волны. При увеличении напряженности между электродами искровой разряд переходит в дуговой, наблюдаемый в виде дуги между электродами. Коронный разряд – высоковольтный электрический разряд при высоком давлении в резко неоднородном поле вблизи электродов с большой кривизной поверхности (например, острия) [1].

Впервые контролируемое извлечение звуков из плазмы продемонстрировал в 1900 году британский физик и изобретатель Вильям Даддел, используя фортепианную клавиатуру для управления питающим током. Изобретение получило название «поющая дуга» или ионофон.

Первый звуковоспроизводящий агрегат с ионофоном на основе управления коронным разрядом был разработан и продемонстрирован в 50-ые годы российскими инженерами [2].

В последнее время разрабатываются и совершенствуются два основных типа ионофонов – на основе коронного разряда (разряд возникает около одного электрода) и электродуговые (разряд возникает между двумя электродами). Принцип работы обоих типов ионофонов основан на модуляции высокочастотного напряжения (10 кВ – 15 кВ, с частотой 20 – 30 МГц), подаваемого на электроды и формирующего плазму, напряжением звуковой частоты. При этом объем, занимаемый плазмой, меняется с частотой модулирующего напряжения. Изменение объема плазмы приводит к изменению давления и возникновению упругих (звуковых) волн в окружающей среде с частотой модуляции.

В представленной работе создан ионофон на основе электродугового разряда, блок-схема которого представлена на рис. 1. На вход ионофона подается сигнал  $U_{вх}(t)$  звуковой частоты, представляющий собой музыкальное сообщение, подлежащее дальнейшему акустическому воспроизведению. После предварительной фильтрации и усиления в блоке

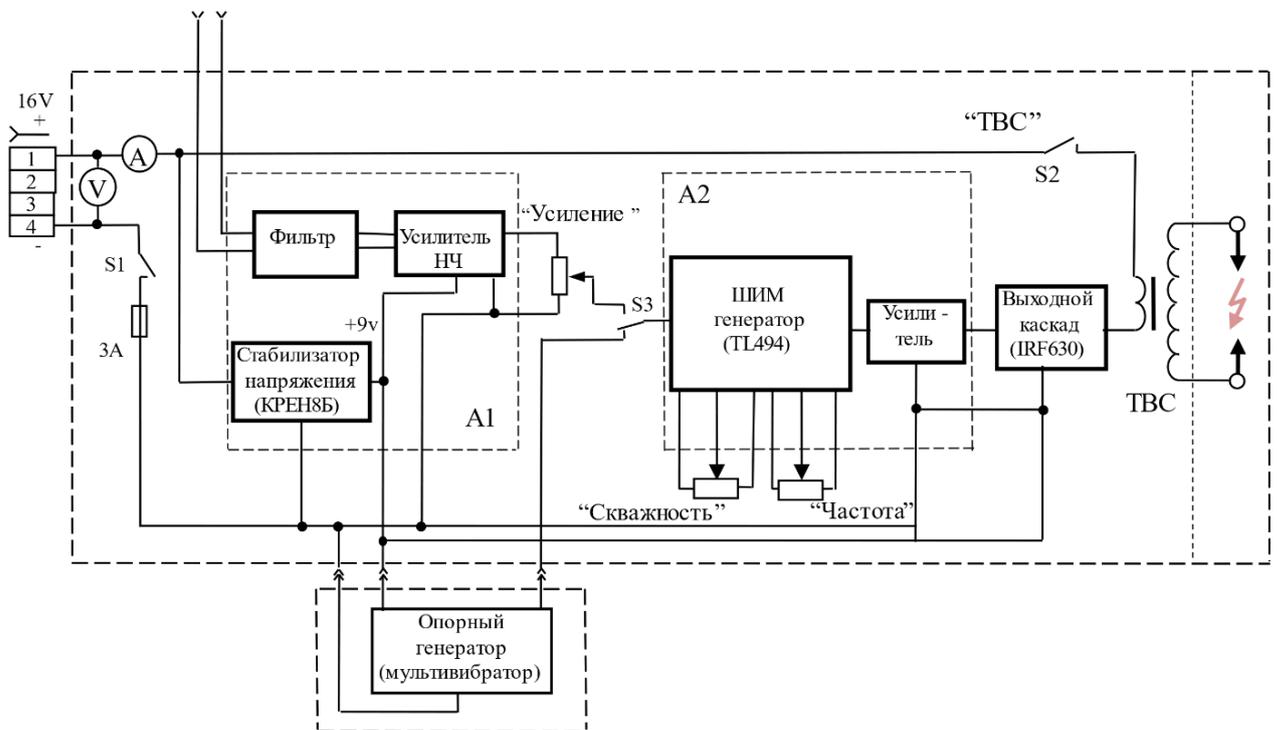


Рис 7. Блок-схема ионофона на основе электродугового разряда

A1 сигнал поступает в блок A2 широтно-импульсной модуляции (ШИМ), которая реализована на микросхеме ШИМ контроллера TL494. Затем модулированное напряжение через транзистор IRF630, работающий в режиме ключа, подается на первичную катушку повышающего строчного трансформатора. Напряжение с выхода трансформатора, повышенное до 10 – 15 кВ, поступает на электроды, между которыми формируется дуговой разряд, имеющий акустическое сопровождение. В качестве электродов используются тонкие стержни вольфрамовой стали, заостренные на концах.

Так как у ионофонов отсутствует подвижная система, то они не вносят в звук механических искажений, не подвержены различным акустическим резонансам и, поэтому, обладают высоким качеством воспроизведения среднечастотного и высокочастотного диапазонов в отличие от других типов громкоговорителей. Это обусловлено тем, что у ионофонов масса подвижной системы определяется массой воздуха, занимаемого разрядом (плазмой).

Основными недостатками ионофонов являются: высокая потребляемая мощность, высокий уровень излучаемой мощности радиочастотных помех на частотах в десятки мегагерц, ионизация окружающего воздуха с образованием вредных веществ, небольшой срок службы электрода (редко превышает несколько тысяч часов).

В настоящее время ионофоны, в которых частично преодолены основные недостатки, выпускаются промышленно несколькими компаниями. Так, немецкая компания Lansche Audio представила акустическую систему, основанную на применении фирменных плазменных излучателей Corona [3]. Компания Asarella разработала ионофон меньшего размера, что позволило

создать малогабаритную акустическую систему [4]. В 2009 году начата разработка российского ионофона Electric-Arc Loudspeaker [5].

Очевидно, что применение плазмы в акустике является перспективным направлением повышения качества воспроизведения звука. Широкое использование ионофонов пока сдерживается их высокой стоимостью, обусловленной использованием дорогих платиновых электродов.

#### *Литература*

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Учеб. пособие в 5 т. Т. III. Электричество / Д.В. Сивухин – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2004.
2. Плоткин, Е. Звуковоспроизводящий агрегат с ионофоном / Е. Плоткин, Б. Каратаев, В. Прютц // Радио. – 1959. – №12. – С.18-22.
3. Corona Plasma tweeter // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lansche-audio.com/> – Дата доступа: 04.05.2023.
4. Asapella ion plasma tweeter // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://audiofederation.com> – Дата доступа: 04.05.2023.
5. Вигерь Б. Ионофоны сегодня/ Вигерь Б.//Радио. – 2016. – №5. – С. 13-16.

УДК 535.6

### **ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ЦВЕТОВ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ГЛАЗОМ И ПРОБЛЕМА ИХ ТОЧНОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ НА МОНИТОРЕ КОМПЬЮТЕРА**

Сироткин А.И., Новикова В.А., Снапкова А.И.  
Научный руководитель – Жолудь А.М., к.ф.-м.н.,

**Введение.** Для передачи изображения в высоком разрешении с практически идеальной передачей цвета потребовалось бы передавать информацию о спектре света, идущего от каждой точки изображения. Это означало, что информация о цвете точки передавалась бы в виде набора интенсивностей света, излучаемого на большом числе длин волн. Таким образом, размер информации об изображении оказался бы неоправданно большим.

Экономичный способ передачи информации о цвете связан с физиологическими особенностями человеческого зрения. Дело в том, что в сетчатке человеческого глаза содержится три типа зрительных клеток, называемых колбочками [1]. Одни из них чувствительны к красно-желтому цвету с максимумом чувствительности в районе 570 нм, другие – к желто-зеленому, максимум чувствительности 544 нм, третьи – к фиолетово-синему с максимумом чувствительности 443 нм. Таким образом, для создания зрительного ощущения соответствующего цвету определенной длины