

Предлагается **Тритрон** – новый СВЧ прибор, сочетающий принцип отсечки тока эмиссии (триод) и принцип группировки переходом модуляции по скорости в модуляцию по плотности (клистрон)

В основе **Тритрона** - уникальная электронно-оптическая система (ЭОС) серийного прибора **Титрон**, не имеющего аналогов (подтверждено патентной лицензией от Японии). В Титронах реализована совокупность качественно более высоких параметров, чем в классических сеточных лампах: на порядок уменьшено собственное падение напряжения при практическом отсутствии токооседания на промежуточные электроды, реализована идеальная пентодная характеристика, оригинально решена проблема электрической прочности. Вариант ППЗ-И имеется в свободной продаже и может использоваться как для коммутационного назначения, так и в СВЧ режиме. В режиме генератора ППЗ-И обеспечил на частоте 600 МГц при уровне выходной мощности 700 Вт КПД 76%. Цель данного предложения – Оконечный каскад усилителя для цифрового телевидения на мощность 3-5 кВт при усилении 15-20 децибел.

ЭОС титрона родилась на основе вновь созданного метода синтеза объемной системы (электроды – траектории) по заданному Осевому Распределению Потенциала (ОРП). Впервые удалось закодировать посредством ОРП двумерную систему с островным эффектом на катоде и пересекающимися траекториями. Во всех учебниках по сеточным электронным лампам написано, что островной эффект на катоде – явление вредное. И это справедливо для всех случаев, кроме найденной «очень узкой ниши», когда все параметры резко и качественно улучшаются, Изменения кривой ОРП на бесконечном квадранте «Ось  $x$  - Потенциал -  $U$ » почти недопустимы. Соответственно в синтезированной системе из трех электродов «сеток» с одинаковыми соосными круглыми отверстиями (межэлектродные расстояния существенно меньше диаметра) возможно лишь подобное преобразование размеров. При этом действуют все критерии подобия электронной оптики. **PgDn**

## Области применения

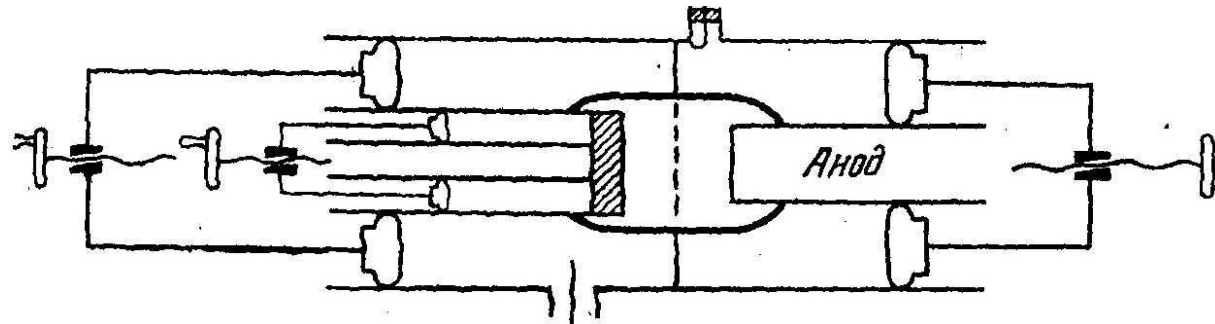
1. Оконечный каскад усилителя для цифрового телевидения с КПД выше 70% (в экспериментальном приборе 76% на частоте 600 МГц) и КУ 15-20 децибел

Для цифрового ТВ планируются к серийному применению твердотельные приборы. Их недостатки: высокая стоимость, трудность получения выходной мощности свыше киловатта, а главное, отсутствие линейности при мгновенном (сотые доли мкс) броске входной мощности в несколько раз. Такие броски характерны для цифрового режима с сотнями несущих частот. Сохранение линейности требует расчета киловаттного усилителя на мощность 3-5 кВт. В нашем устройстве 3-5 кратный бросок входного сигнала на столь короткий период времени обеспечит соответствующий рост выходной мощности. В то же время, успехи твердотельных приборов снижают требования к коэффициенту усиления окончного каскада, что дает дорогу нашим приборам.

2. Источник импульсной СВЧ мощности в единицы кВт для питания установок плазменной технологии с низковольтным управлением

Недостатки применяемых в настоящее время для этой цели магнетронов – необходимость дорогостоящего импульсного модулятора и зависимость режима работы магнетрона от технологического режима нагрузки.

## Прототип:

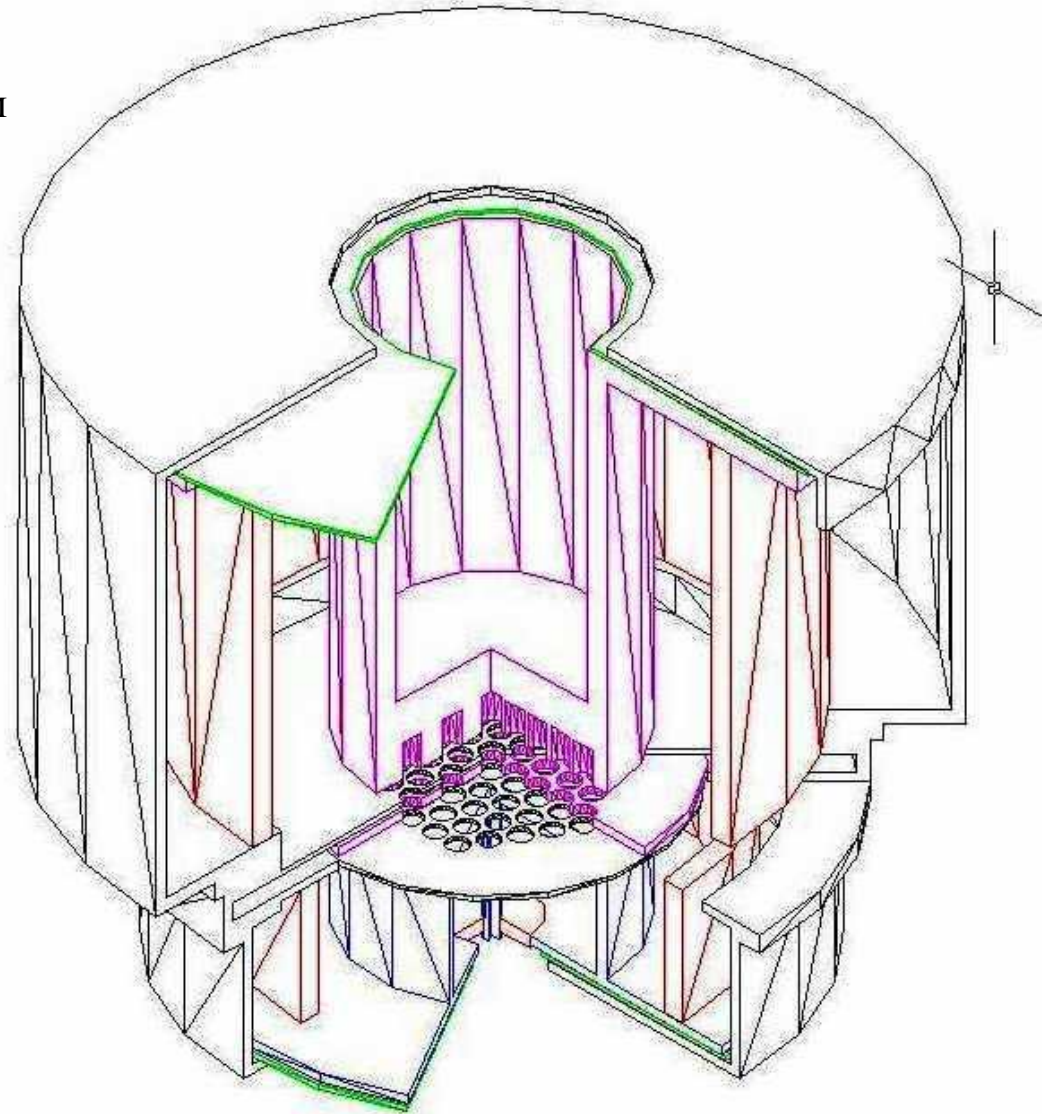
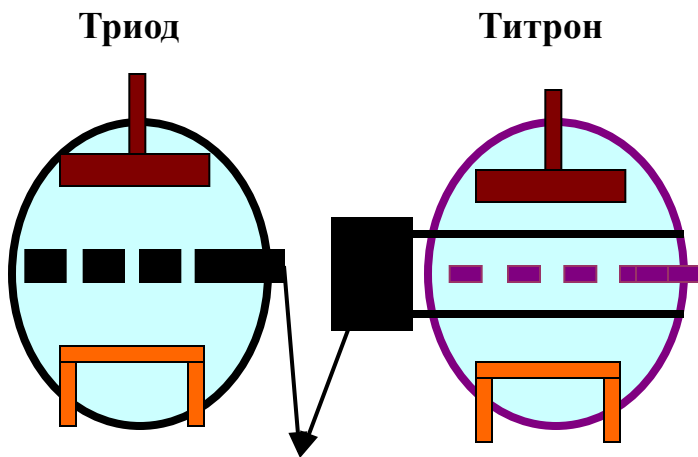


Известен Триодный Усилитель с общей (заземленной) сеткой. Этот прототип в настоящее время не используется из-за большого количества недостатков: низкие КПД и КУ, ограничения по частоте и мощности, подавляющая конкуренция со стороны твердотельных приборов. Прототип содержит катодный, сеточный и анодный блоки, входную и выходную СВЧ системы. Известны электронные приборы с большим количеством сеток – пентоды, пентагриды, но они не могут быть использованы в СВЧ диапазоне длин волн. Известны СВЧ клистроды, с триодным катодно-сеточным блоком и клистронным анодным блоком. Их недостатком, снижающим КПД и КУ, является отсутствие пролетного пространства, где организован переход модуляция по скорости в модуляцию по плотности.

Целью является оптимизация параметров оконечного каскада усилителя для цифрового ТВ, в том числе, сохранение линейности при броске входной мощности в 3-5 раз и снижение стоимости в несколько раз.

Цель достигается посредством того, что сеточный блок выполнен в виде трех сеток с круглыми соосными отверстиями, причем расстояния катод – первая сетка, первая сетка – вторая и вторая сетка – третья примерно в 5 (4-6) раз меньше диаметра отверстия.

Таким образом, триодная сетка как бы раздваивается на первую и третью и внутрь вставляется вторая сетка



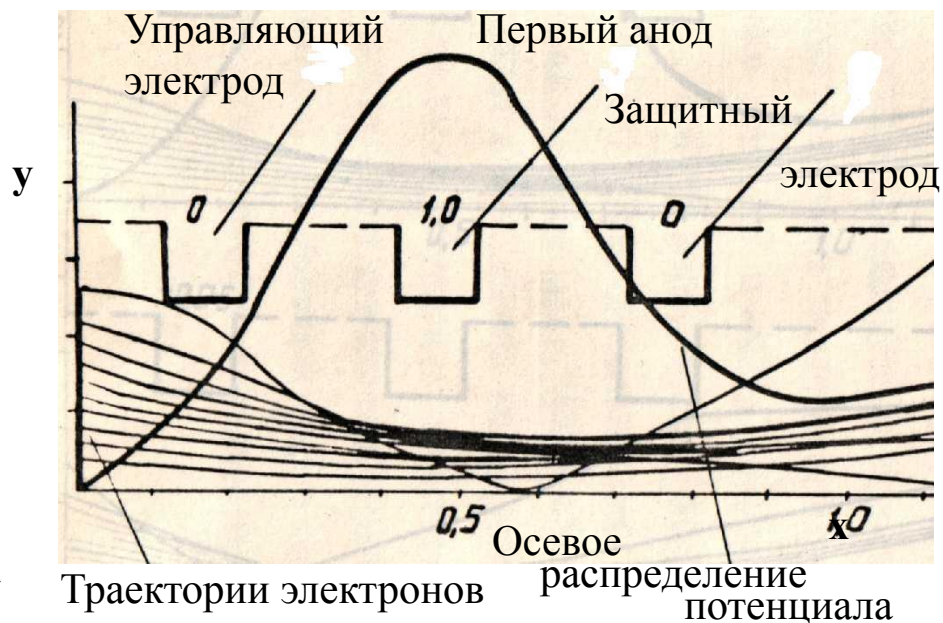
Образуемая электронно-оптическая система уникальна и не имеет мировых аналогов. Во всех учебниках по сеточным электронным лампам написано, что островной эффект на катоде – явление вредное. И это справедливо для всех случаев, кроме «очень узкой ниши», которую удалось найти с помощью вновь созданной теории равномерного синтеза ЭОС по заданному ОРП (Осевое Распределение Потенциала). Этот синтез является двумерным обобщением частных случаев параксиального и прикатодного синтеза. Пусть перед Вами бесконечный квадрант  $U, x$  где кривую  $U=U(x)$  можно провести как угодно. Но, если нужно удовлетворить целевую функцию, для которой: протяженность кривой ОРП – максимальна, а радиус пучка, разброс поперечных скоростей и конечный потенциал – минимальны, то на бесконечном пространстве кривая ОРП жестко определена и допускает лишь минимальные вариации. Эта ниша в применении к лампам (Титроны) коммутационного назначения была реализована как серийное производство на двух заводах. Параметры Титронов качественно превосходят параметры обычных сеточных ламп. К настоящему моменту выпущено более 50 тысяч Титронов, которые успешно работают у нас и за рубежом. Патентную лицензию приобрела Япония.

Опубликовано: Гинзбург В.Е.

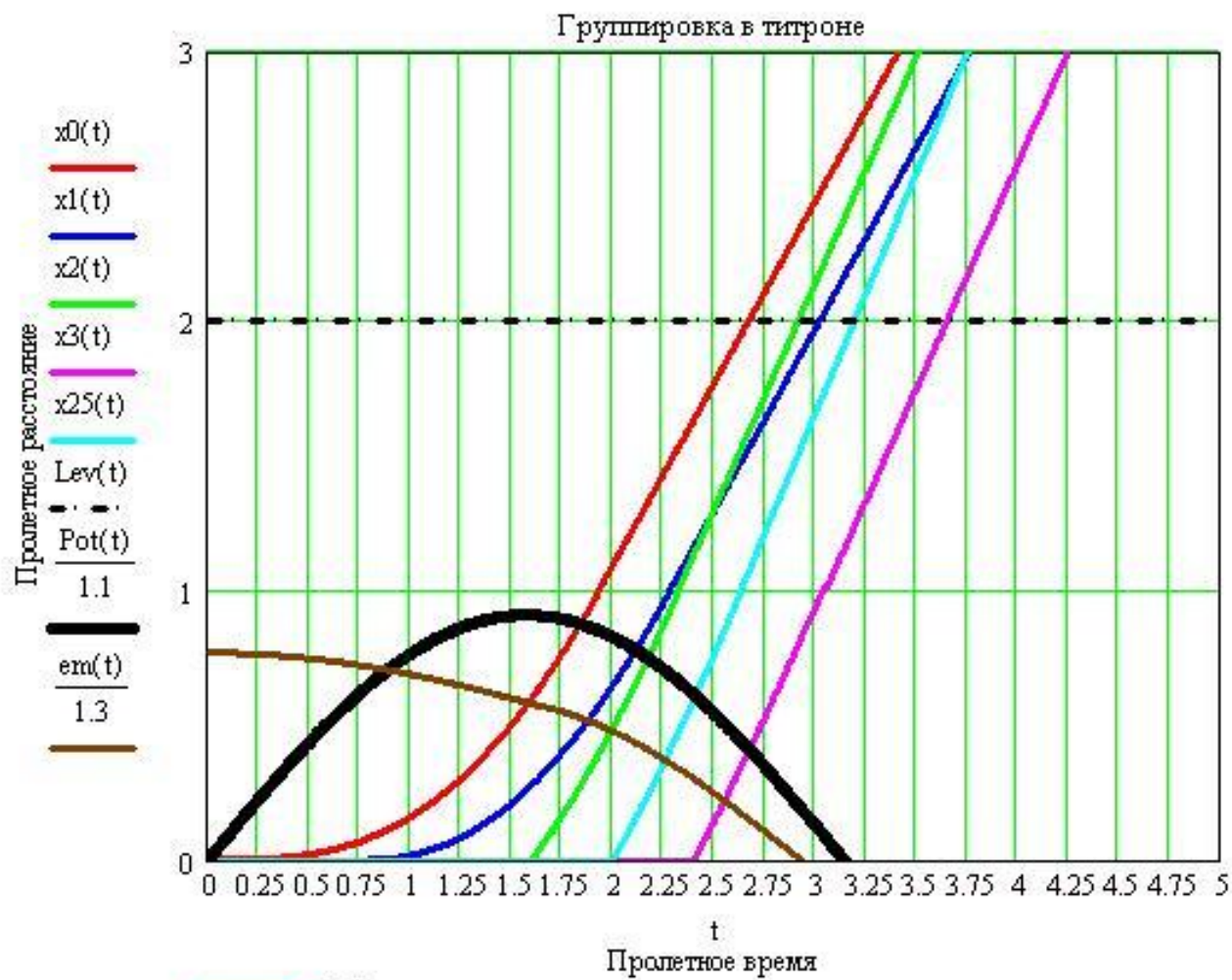
Оптимизация расчетной модели ЭОС. Труды VI Всесоюзного Семинара по методам расчета ЭОС. М. «Наука», 1977 г.

Синтез ЭОС с островным эффектом на катоде Труды VII Всесоюзного Семинара по методам расчета ЭОС. М. «Наука», 1978 г.

Это - стационарная картинка, где катод, первая и третья сетки имеют нулевой потенциал, а вторая – единичный. **В динамическом режиме эмиссия не просто возникает, а максимальна в момент прохождения СВЧ напряжения через нуль**, когда ток смещения превращается в ток эмиссии



# Эффективная эмиссия от $t=0$ до $t=1,6$ . «Сжатие» в 4 раза

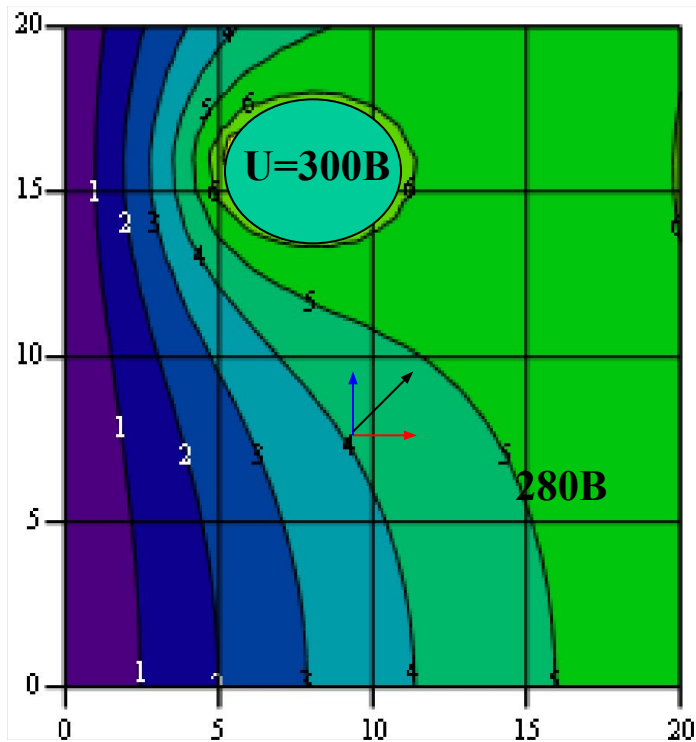


- $t_0=0$
- $t_0=0.8$
- $t_0=1.6$
- Край сгустка
- $t_0=2$
- - - Реальный уровень титрона
- СВЧ потенциал
- Эмиссия катода

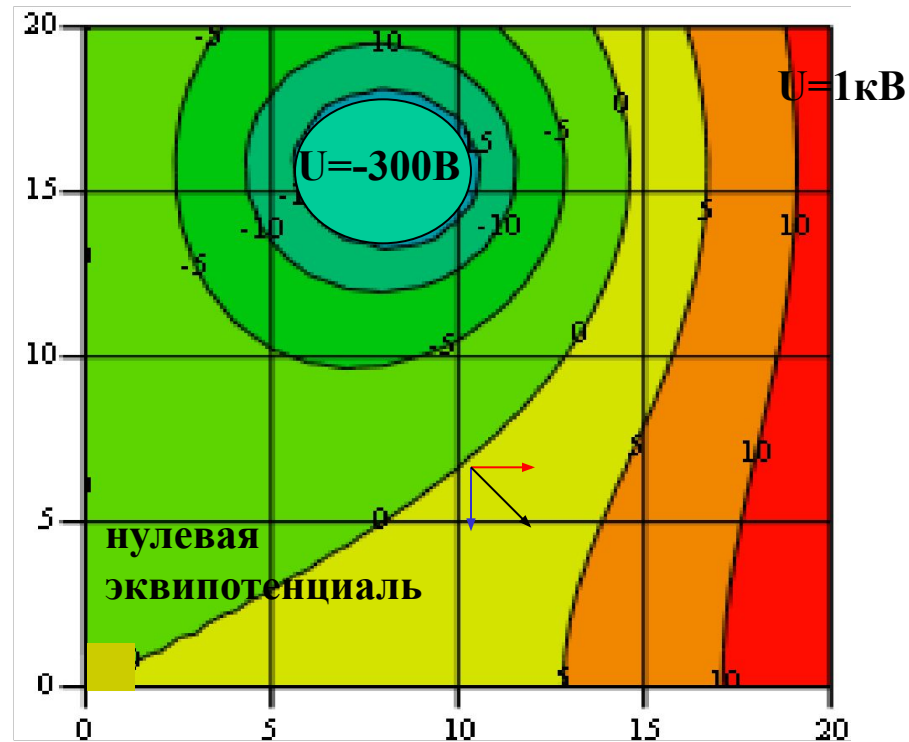
Экспериментальный Тритрон на основе серийного Титрона ППЗ обеспечил в режиме генератора **КПД 76% на частоте 600 МГц**. Оценивались с помощью калиброванных термопар также и мощности, рассеиваемые на электродах. Точность измерения КПД (СВЧ нагрев спирали) не хуже 1%. Преимущества устройств Тритрон перед сеточной лампой или клистродом с прикатодной сеткой обусловлены группировкой эмитированного «пакета» электронов в процессе движения с небольшой скоростью в трехсеточном группирователе.

Это – оценочная модель промежутка катод – первая сетка. В «западных» клистродах, и «восточных» копиях сразу за сеткой начинается ускорение и продольные группирующие скорости не работают. В тритроне – система из трех сеток, и третья имеет низкий потенциал. Зона группировки почти утраивается

В обычном триоде или клистроне сетка имеет эффективный потенциал, близкий к потенциалу в этом месте, который создается системой катод - анод без сетки. В Тритроне пространство катод – три сетки – область «борьбы полей» - фокусировка, расфокусировка, фокусировка. Вблизи поверхности катода запирающая напряженность электрического поля имеет малую величину и возможность эмиссии возникает сразу после прохождения переменного потенциала сетки через нуль. Ток возникающей эмиссии при этом равен току смещения. Плотность тока эмиссии катода всегда равен полной производной по времени напряженности поля на поверхности катода. Отметим также, что ускоряющие поля (красные стрелки) – складываются, радиальные поля фокусировки (синие стрелки) – вычитаются. По радиальной компоненте СВЧ поля электроны движутся против сил СВЧ поля и возникает регенеративный эффект повышения КУ.



М Переменное поле, в рабочем режиме – 0-300В



М Постоянное поле, катод заперт

Особого внимания заслуживает момент возникновения эмиссии в Тритроне в зазоре входного резонатора при прохождении СВЧ напряжения через нуль. В вакууме по уравнению Максвелла – Лоренца (с точностью до коэффициентов нормировки) для одномерного (координата  $x$ ) режима:  $\text{rot}\mathbf{H} = d\mathbf{E}/dt = d\mathbf{E}/dt + \mathbf{v} * d\mathbf{E}/dx$   $\mathbf{E} = dU/dx$ . Далее, с учетом уравнения Пуассона, связывающего потенциал  $U$  с плотностью пространственного заряда  $\rho$

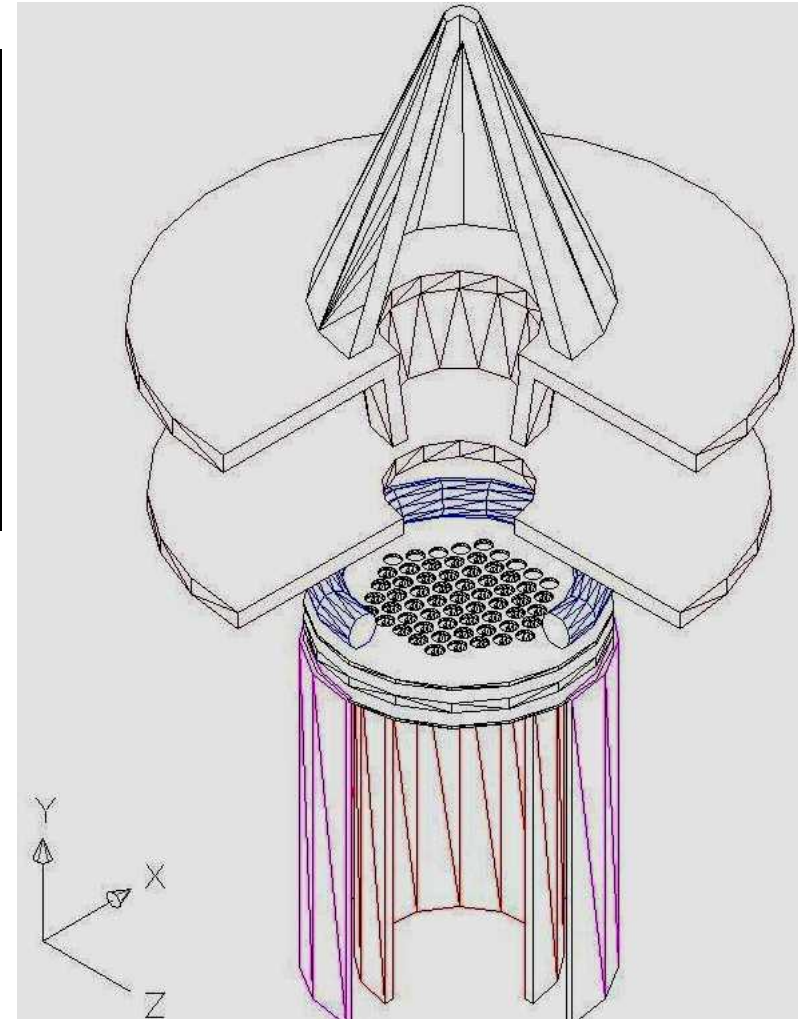
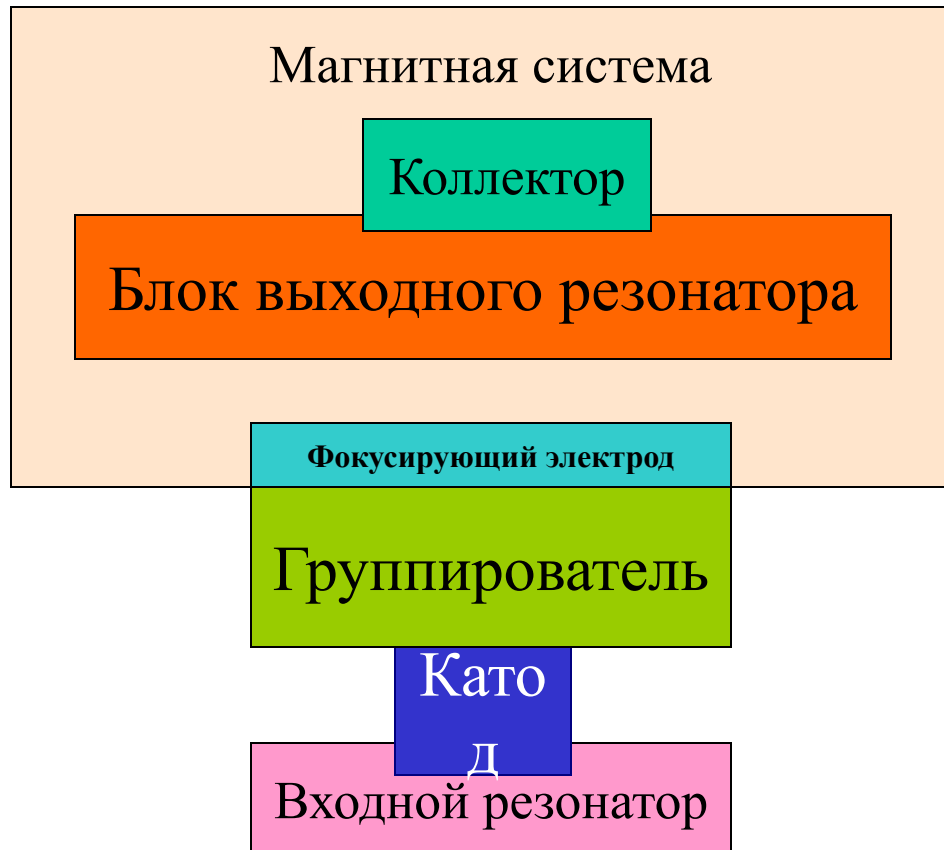
$$\text{rot}\mathbf{H} = d\mathbf{E}/dt + \mathbf{v} * \rho = \text{плотность тока смещения} + \text{плотность тока эмиссии}$$

$\mathbf{H}$  - вектор магнитной индукции,  $\mathbf{E}$  - напряженность электрического поля,  $\mathbf{v}$  - скорость эмитированных электронов.

Таким образом, обе составляющие плотности тока равноправны, создают общее магнитное поле и переносят энергию  $[\mathbf{E} * \mathbf{H}]$ , а плотность тока в любой момент есть полная производная по времени от напряженности электрического поля. При СВЧ потенциале  $+0$  пространство зазора уже «освободилось» от пространственного заряда (ПЗ) предыдущего периода, и ток смещения полностью замещается током эмиссии. Естественно, при этом предполагается, что в течении долей наносекунд катод не испытывает насыщения. Если бы СВЧ напряжение не увеличивалось возникающий ПЗ «заткнул бы эмиссию». И в обычной сеточной СВЧ лампе эмиссия максимальна в первый момент и, далее, быстро снижается. В нашем случае постоянное поле создает «непараксиальную борьбу полей», убирает пространственный заряд из входного резонатора и тем обеспечивает продолжение высокого уровня эмиссии. Роль СВЧ поля, «намазанного» на катод состоит в «отщелкивании» пружины, отпирающей эмиссию. Практически Эмиссия отпирается за незначительное время со всей поверхности катода.



Представленный материал соответствует первому пункту изобретения. Для повышения рабочего напряжения и выходной СВЧ мощности Тритрон «получает клистродное окончание», но без «того траекторного хаоса», который традиционная первая сетка сообщает электронному потоку. Третья сетка в нашем случае выполняет функцию катода, который встреливает уже сгруппированный сгусток электронов с небольшими начальными скоростями. Далее, электроны фокусируются в единый поток (сходимость по диаметру вдвое), и попадают в магнитное поле, которое обеспечивает прохождение через зазор резонатора. Коллектор от магнитного поля экранируется, так же как и катод.



Столь уникальный «подарок природы» как «титронная ниша», приносящий высокие результаты для всех частотных диапазонов от нуля до СВЧ, не может остаться в стороне от «электромагнитных особенностей человека», и понятий **поле** и движущийся в этом поле **поток**. Нашей энергетической константой является первеанс (ток, поделенный на напряжение в степени  $3/2$ ), он характеризует формирование потока в поле. Его величина для оптимального формирования потока составляет 0.5 микроампера/вольты в степени  $3/2$ , и здесь наша теория совпадает с количественной оценкой процессов в теле Человека. Потенциал есть энергетическая возможность совершить работу. Для этого потенциал надо сущностно проинформировать спектром частот, сообщив проинформированной энергии новое качество. Имеет место и количественная характеристика энергии, но всегда интересно строить безразмерную с точки зрения абсолютных величин энергии теорию. Речь идет о связи внутреннего и внешнего мира, прежде всего, мира человека. Для последующей работы согласимся с Теорией Потенциала (самая гармоничная теория в мире), Законом движения Ньютона (простая линейная зависимость ускорения от силы) и Уравнением неразрывности (поставили на реке запруду, вода стала накапливаться). Примем также, что наши мысли, желания, эмоции являются одноименно заряженной субстанцией. Они расталкивают друг друга, предыдущие мысли, оставаясь в сознании, мешают {пока не пройдут} появлению новых. Теория потенциала показывает, что мир устроен голографично и от любой линии, поверхности или объема пространства, где задан потенциал, возможно аналитическое продолжение (некорректная задача Коши). Функция  $u=u(t)$ , т.е. потенциал, заданный на оси времени имеет аналитическое продолжение, частным случаем которого является конформное отображение в мнимое время. Начать можно с предложения - нарисовать карандашом на бумаге или **слайдером** на экране компьютера волнистую линию, ориентируясь на внутренние ощущения и свой поток мысли. Предлагаются формат А4 и время - 25 секунд. В процессе рисования этому потоку будут соответствовать физические изменения потенциалов мозга в реальном мире и реализуется функция  $u=u(t)$ .

Любая ЭОС из «улыбки и «гримасы» является фокусирующей