



УКРАЇНА

(19) UA (11) 22327 (13) A

(51)6 H 01 Q 7/00

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23 XII 1993 рПублікується
в редакції заявника(54) СПОСІБ МІНІАТЮРИЗАЦІЇ АКТИВНОГО ВІБРАТОРА АНТЕНИ ДЛЯ ПРИЙМАННЯ
(ПЕРЕДАЧІ) ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ З ЧАСТОТОЮ ПОНАД 30 МГЦ

1

2

(21) 96030844

(22) 05.03.96

(24) 03.02.98

(46) 30.06.98. Бюл. № 3

(47) 03.02.98

(56) 1. Кочержевский Г.Н. Антенно-фидерные устройства. М., "Связь", 1978.

2. Левич В.Г. Курс теоретической физики. М., "Наука", 1969.

3. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. М., "Высшая школа", 1988.

(72) Дунаенко Олександр Харлампійович,
Костів Роман Миколайович, Коробов Ар-
кадій Васильович(73) Відкрите акціонерне товариство
"Каарц"(57) Способ миниатюризации активного ви-
братора антенны для приема (передачи) элек-

тромагнитного излучения с частотой свыше 30 МГц, заключающийся в поддержании внешним устройством постоянного потенциала на активном вибраторе антенны, размеры которого $\lambda/2$ получения на нем переменного индуцированного заряда при воздействии на него электромагнитным полем с частотой действующего электромагнитного поля, отличающийся тем, что получают переменный индуцированный заряд на миниатюризированном активном вибраторе с размерами $\lambda/2 \epsilon_{эф}$ с частотой падающего электромагнитного поля в $\epsilon_{эф}$ раз больший путем размещения миниатюризированного активного вибратора в диэлектрической среде с диэлектрической проницаемостью от 3 до 300.

Изобретение относится к области приема-передачи электромагнитного излучения, в частности приема-передачи сигналов электромагнитного излучения частотой свыше 30 МГц и может быть использовано для приема и передачи электромагнитных волн в метровом и дециметровом диапазоне частот.

Известны антенны петлевого типа имеющие достаточно равномерное распределение тока по петле и диаграмму направленности, лежащую в плоскости, перпендикулярной плоскости петли [1].

Для увеличения действующей длины рамки применяют магнитодиэлектрические сердечники, обладающие высокой магнитной проницаемостью μ , малой проводимостью. Электродвижущая сила (ЭДС) и действующая длина рамки увеличивается в $\mu_{эф} (\mu_{эф} < \mu)$ раз вследствие концевых эффектов и равна:

$$l_d = \frac{2\pi}{\lambda} \mu_{эф} n S, \quad (1)$$

где l_d - действующая длина рамки;

λ - длина волны падающего на рамку электромагнитного излучения;

(19) UA (11) 22327 (13) A

n – число витков рамки;

S – площадь контура охватываемого рамкой, т.е. действующая длина рамочной антенны пропорциональна геометрическим размерам рамки (пропорционально S), обратно пропорциональна длине волны падающего излучения $\lambda/2$, т.е. кратна $2 \mu_{эф}/\lambda$.

Верхний диапазон частот магнитных антенн практически заканчивается на частотах порядка 20 – 30 МГц. Для приема-передачи электромагнитных сигналов свыше 30 МГц применяют полуволновой вибратор, вибратор Пистолькорса, антенны рамочного и петлевого типа, антенны Уда-Яге, размеры активных вибраторов которых соизмеримы с $\lambda/2$ принимаемого электромагнитного излучения [1] и действующие длины которых соизмеримы с $\lambda/2$, которые взяты за прототип.

К недостаткам этих антенн следует отнести узкую полосу принимаемых частот, громоздкость и материалоемкость, большую парусность.

В основу изобретения поставлена задача, уменьшения геометрических размеров активного элемента антенны (миниатюризация активного вибратора антенны) в ϵ эффективное раз, снижение материалоемкости активного вибратора в $\epsilon_{эф}$ раз, парусности его в $\epsilon_{эф}$ раз за счет увеличения площади тока антенны и ее действующей длины с сохранением всех электрофизических параметров получаемых на активном вибраторе, а также расширение полосы принимаемых частот.

Указанная задача решается тем, что миниатюризированный активный вибратор (МАН) с размерами $\lambda/2 \epsilon$, подсоединенный к внешнему устройству, поддерживающему на нем постоянный потенциал размещают в диэлектрической среде с диэлектрической проницаемостью ϵ (3 – 300), в результате чего при воздействии на него падающего электромагнитного поля на нем возникает переменный индуцированный заряд с частотой падающего поля в $\epsilon_{эф}$ раз больший, чем на МАН размещенным в вакууме (воздухе), при этом площадь тока возникающего на МАН размещенном в диэлектрике как и действующая высота равна площади тока (действующей высоте) антенны с размерами $\lambda/2$ размещенной в вакууме (воздухе) с $\epsilon = 1$.

Сущность изобретения и существенные признаки.

При заполнении пространства между проводниками диэлектриком и диэлектрической проницаемостью ϵ и присоединении проводников к устройству, поддерживаю-

щему их потенциалы постоянными, и воздействию на них электростатическим полем величина заряда на проводнике будет равна [2]:

$$e' = \frac{\epsilon}{4\pi} \Phi \frac{\partial \varphi}{\partial n} dS = \epsilon I \quad (2)$$

где e' – величина полного заряда на проводнике в диэлектрике;

$\partial \varphi / \partial n$ – градиент эл. потенциала по нормали;

ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика;

dS – элементарная поверхность проводника,

e – величина полного заряда на проводнике в вакууме с $\epsilon = 1$,

и энергия

$$U' = \epsilon U, \quad (3)$$

где U' – энергия электромагнитного поля на проводнике в диэлектрике,

U – энергия электромагнитного поля на проводнике в вакууме

Электромагнитное поле для обычных макроскопических систем, содержащих в качестве проводников металлы, являясь квазистационарным вплоть до частот, лежащих в инфракрасной части спектра [2]. Таким образом на проводниках размещенных в диэлектрике и соединенных с внешним устройством поддерживающим их потенциалы постоянными (земля входной колебательной контур) при воздействии на него электромагнитным полем с частотой вплоть до инфракрасной части спектра будет возникать переменный индуцированный заряд (2) с частотой падающего электромагнитного поля и как следствие ток образующий площадь тока антенны (действующую высоту) в ϵ раз большую, чем площадь тока антенны (действующая высота) находящуюся в вакууме $\epsilon = 1$. Но при больших размерах активного вибратора в диэлектрике возникают явления отражения от концевых элементов, возникает бегущая волна и такой активный вибратор трудно настраивается, поэтому возникает необходимость в миниатюризации активного вибратора до размеров $\lambda/2 \epsilon$. Размещение миниатюризированного активного вибратора с размерами $\lambda/2 \epsilon$ подсоединенного к устройству, поддерживающего его потенциалы постоянными, в диэлектрике с диэлектрической проницаемостью ϵ при воздействии падающего на него электромагнитного поля, приводит к появлению на нем переменного индуцированного заряда с частотой падающего поля согласно (2), в ϵ раз большего, чем на МАН в диэлектрике с $\epsilon = 1$, что в конечном итоге дает такую же площадь тока на МАН, как и на вибраторе с

$\lambda/2$ и среде с $\epsilon=1$. Миниатюризация активного вибратора и размещение его в диэлектрике дает сокращение материалоемкости в $\epsilon_{эф}$ раз, уменьшение парусности антенны в $\epsilon_{эф}$ раз, экспериментально установлено расширение диапазона принимаемых частот от 30 – 1000 МГц, отсутствие диаграммы направленности, отсутствие сдвоенных изображений при использовании МАВ в качестве комнатной антенны.

В литературе [3] укорочение длины волны в диэлектрике принимают равным:

$$\lambda_d = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon}}, \quad (4)$$

где λ_d – длина электромагнитной волны в среде;

ϵ – диэлектрическая проницаемость среды;

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu}, \quad (5)$$

где v – скорость распространения электромагнитной волны в среде;

c – скорость распространения электромагнитной волны в вакууме;

n – показатель преломления электромагнитной волны в среде с диэлектрической проницаемостью ϵ и магнитной проницаемостью μ .

Соотношение (5) хорошо согласуется с опытом для большого числа жидкостей [2]. Однако для ряда жидкостей соотношение (5) совершенно не выполняется, там, где молекулы имеют большой собственный дипольный момент, поэтому формула (5) пригодна только для решения рефракционных задач, как это делается в диэлектрических и линзовых антеннах [3]. В действительности на вибраторе, погруженном в диэлектрическую среду с диэлектрической проницаемостью ϵ , возникает заряд в ϵ раз больший чем в вакууме, поэтому укорочение длины электромагнитной волны в диэлектрической среде будет:

$$\lambda_d = \frac{\lambda}{\epsilon}, \quad (6)$$

а не

$$\lambda_d = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon}},$$

исходя из (2), (6) размеры активного вибратора следует уменьшить (миниатюризовать) в ϵ раз.

На фиг. 1 изображен МАВ в аксонометрии и приведен схематический разрез МАВ, где 1 – МАВ, 2 – диэлектрик, 3 – крышка корпуса, 4 – полистироловый корпус, 5 – коаксиальный кабель подсоединенный к

МАВ, 6 – гермовыводы для подпайки МАВ и кабеля.

На фиг. 2 изображен график зависимости K_u от объема диэлектрика.

На фиг. 3 изображена схема, по которой производилась сравнительная экспериментальная проверка, где 1 – селективный микровольтметр SMV8.5 , 2 – эталонная передающая антенна, 3 – эталонная принимающая антенна, 4 – кабель, соединяющий вход SMV8.5 с приемной антенной, 5 – разъем для подсоединения исследуемых антенн (МАВ с диэлектриком, МАВ без диэлектрика, штыревая антенна).

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения относящихся к способу.

Для реализации способа миниатюризации активного вибратора для приема передачи электромагнитного излучения в диапазоне частот 30 – 1000 МГц необходимо решить следующие задачи:

1. Выбрать диэлектрик, удовлетворяющий следующим требованиям:

высокой диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 3 - 300$;

способностью выдерживать воздействие широкого интервала температур от минус 60°C до 60°C без изменения фазового состояния и диэлектрических свойств;

малыми диэлектрическими потерями в рабочем диапазоне частот от 30 до 1000 МГц;

обладающему нейтральными свойствами по отношению к материалу активного вибратора.

Была найдена трехкомпонентная смесь диэлектриков, удовлетворяющих указанным выше требованиям с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 40 - 50$, выдерживающая указанный температурный интервал и не имеющая фазовых переходов в этом интервале при низких диэлектрических потерях.

2. Миниатюризация активного вибратора с учетом ϵ выбранного диэлектрика. Миниатюризации подвергались вибратор Писторкольса, антенны петлевого типа, ромбические антенны и антенны, выполненные в виде 2-х заходной спирали Архимеда, спиральные антенны.

Расчет размеров активного элемента показан на примере полуволнового вибратора согласно [3].

$$l_d = 0,637 l_r, \quad (7)$$

где l_d – действующая длина вибратора;

l_r — полная длина вибратора (геометрические размеры вибратора) для вакуума равная $\lambda/2$.

При размещении его в диэлектрике с диэлектрической проницаемостью ϵ согласно (2):

$$l'_d = 0,637 l_r \quad (8)$$

где l'_d — действующая длина вибратора размещенного в диэлектрике с ϵ .

Для того чтобы получить

$$l'_d = l_d$$

необходимо уменьшить l_r в N раз численно равному ϵ .

$$l'_d = 0,637 \frac{l_r}{N} \epsilon$$

Аналогично поступаем в случае с другими антеннами.

Общий вид миниатюризированного активного вибратора с диэлектриком показан на фиг. 1.

Корпус антенны с крышкой изготавливается из полистирола, внутри корпуса размещают МАВ (в виде пегли, вибратора Писторкольса, ромбического активного вибратора, 2-х заходной спирали Архимеда, спиральной антенны), подпаивают к гермовыводам 6, к которым подпаивают коаксиальный кабель 5. Затем корпус 3 заполняют выбранным диэлектриком и герметизируют крышкой 3.

Экспериментально установлена зависимость коэффициента усиления от объема диэлектрика. График зависимости приведен на фиг. 2. Из графика видно, что после 0,1 куб дм для выбранного диэлектрика увеличение объема не приводит к существенному увеличению коэффициента усиления.

Размещение антенн типа Уда-Яге (директорных антенн) в диэлектрике с ϵ не дало положительного эффекта из-за несоответствия $n \neq \sqrt{\epsilon \mu}$, т.к. показатель преломления воды равен примерно 1,3, а скорость распространения электромагнитных волн в воде будет равна $v = c/n$, т.е. в 1,3 раза меньше, чем скорость света, поэтому уменьшая геометрические размеры МАВ в $\epsilon = 81$ раз мы должны сократить расстояния между пас-

сивными вибраторами и МАВ для сохранения согласования вторичного излучения от них в 1,3 раза, т.е. практически не происходит сокращение размеров в направлении распространения электромагнитных волн.

Проведена экспериментальная проверка МАВ методом сравнения [3] величины принимаемых сигналов на стандартную антенну, на изготовленный МАВ, погруженный в диэлектрик с $\epsilon = 40-50$, и МАВ без диэлектрика и штырьевой антенны по схеме приведенной на фиг. 3.

Селективный микровольтметр $S \mu V8.5$ имеет генератор электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц подающий электромагнитные колебания в эталонную передающую антенну 2 через кабель 4, на расстоянии 30 – 35 метров от антенны 2 устанавливается через разъем 5 приемная эталонная антенна 3 и подстраивается путем получения максимального сигнала. Максимальный сигнал определяется путем введения затухания в микровольтметр и выставления нуля. Затем заменяем эталонную приемную антенну 3 на МАВ с диэлектриком и определяем максимальный сигнал от того же самого эталонного излучателя при той же мощности излучения через разъем 5 определяем величину компенсации поля на МАВ с диэлектриком, затем заменяем МАВ с диэлектриком через разъем 5 и устанавливаем МАВ без диэлектрика, т.е. измеряем величину затухания в дБ эталонной антенны, МАВ с диэлектриком и МАВ без диэлектрика и штырьевой антенны.

Полученные данные затухания приведены в табл. 1.

Измерения проводились на различных частотах.

Пересчет антенн на коэффициент усиления приведен в табл. 2.

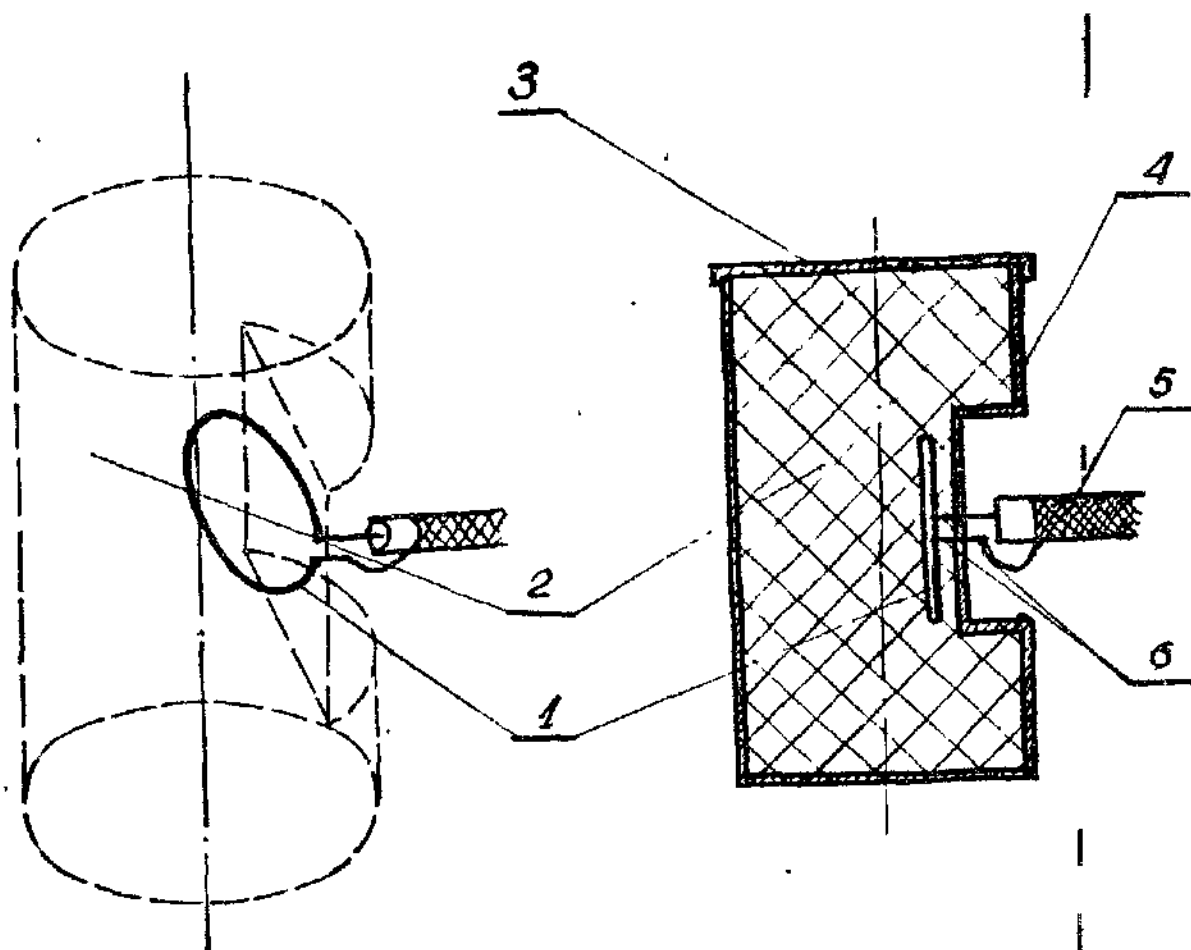
При измерениях в качестве МАВ использовалась двухзаходная спираль Архимеда максимальным диаметром 15 мм, габаритные размеры антенны – диаметр 30, высота 70 мм (фиг. 1).

Таблица 1

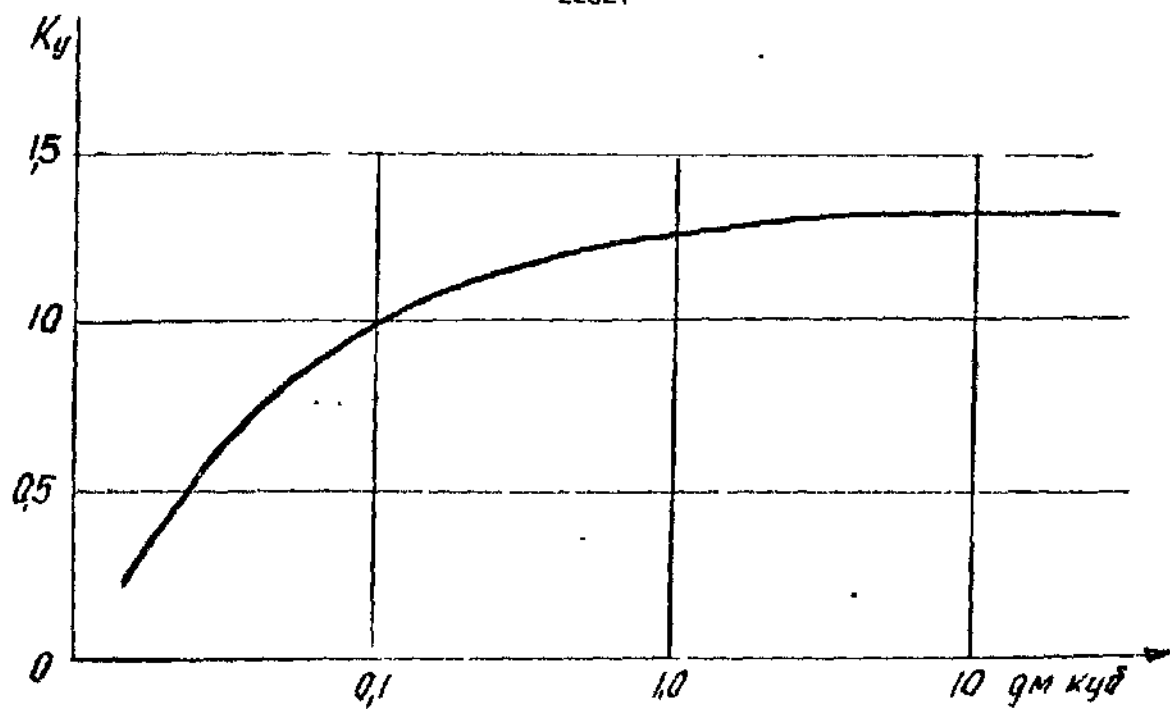
Кз, дБ/Частота, МГц	50	175	212	480	550	700	900
Эталонная антенна	36	25	35	22	36	31	21
МАВ с диэлектриком	25	23	32	17	32	23	22
МАВ без диэлектрика	8	13	7	0,5	2	2	1
Штырьевая антенна	22	20	24	16	28	19	16

Таблица 2

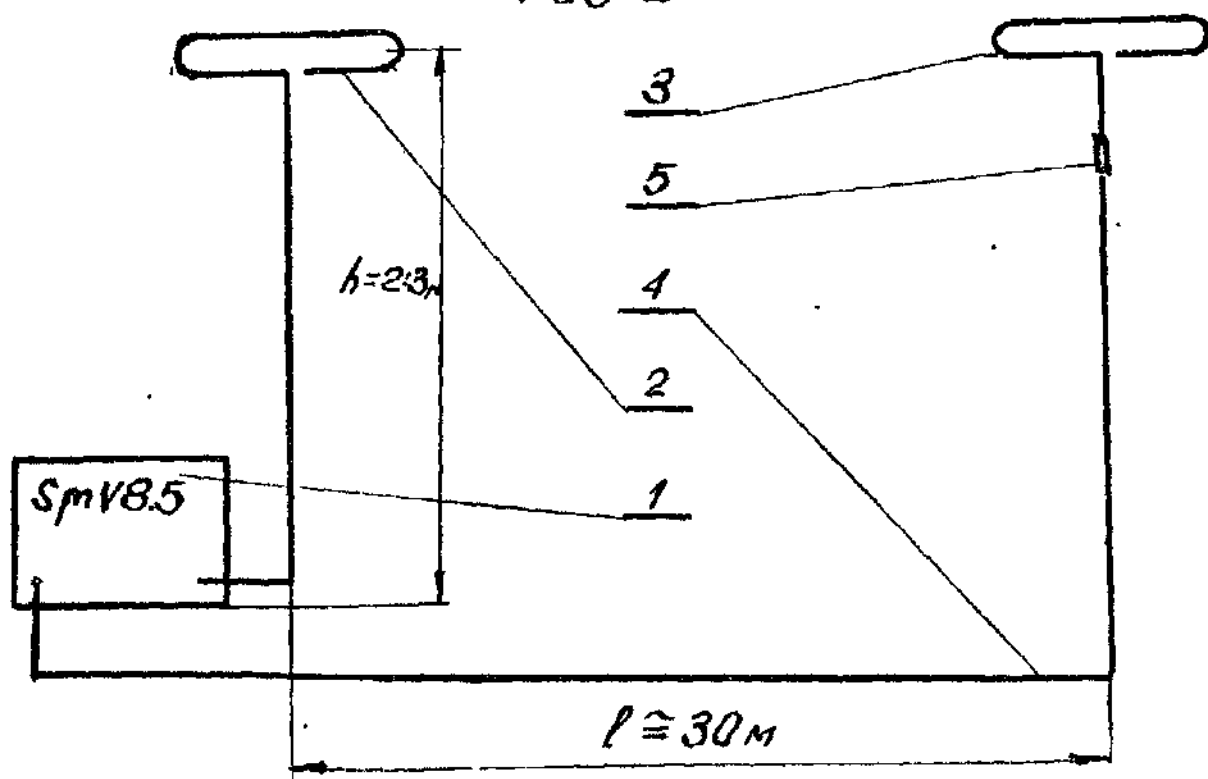
Кз, раз / Частота, МГц	50	175	212	480	550	700	900
Эталонная антенна	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
МАН с диэлектриком	0,48	1,33	1,16	0,92	1,0	0,74	1,64
МАН без диэлектрика	0,13	0,52	0,13	0,13	0,01	0,01	0,16
Штырьевая антенна	0,33	0,92	0,45	0,82	0,64	0,41	0,92



Фиг 1



Фиг 2



Фиг 3

Упорядник

Техред М Келемеш

Коректор О. Кравцова

Замовлення 4482

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101