



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H01Q 9/34 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023125073, 29.09.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.09.2023

Дата регистрации:  
13.12.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.09.2023

(45) Опубликовано: 13.12.2024 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦИС для Амелиной  
К.Е.

(72) Автор(ы):

Давыдов Вячеслав Федорович (RU),  
Комарова Мария Евгеньевна (RU),  
Усачев Максим Сергеевич (RU),  
Пеньков Игорь Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Московский государственный  
технический университет имени Н.Э.  
Баумана (национальный исследовательский  
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2551357 C1, 20.05.2015. RU  
2680312 C1, 20.02.2019. RU 2696015 C1,  
30.07.2019. RU 2798776 C1, 27.06.2023. RU  
2801980 C2, 22.08.2023. RU 2764782 C2,  
21.01.2022. US 20150192670 A1, 09.07.2015.

(54) Способ формирования виртуальной антенны сверхдлинных волн

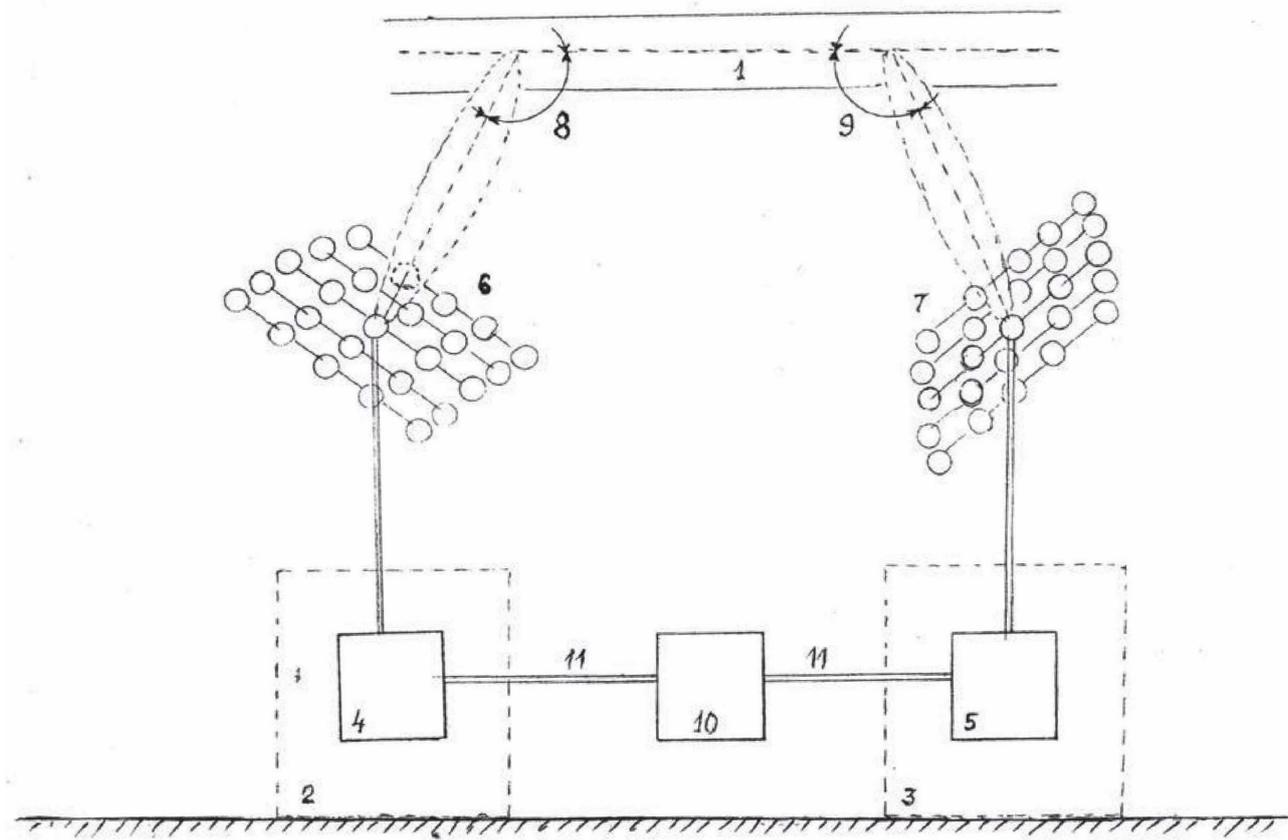
(57) Реферат:

Использование: излучатели электромагнитных волн в ионосфере. Сущность: виртуальная антенна включает протяженный участок ионосферы, соизмеримый с длиной волн СДВ вдоль магнитных силовых линий Земли, попеременное синхронное возбуждение концов участка осуществляют радиоимпульсами передатчиков из двух пунктов Земли, канализацию излучения передатчиков в слой

ионосферы путем выбора частоты возбуждения ниже критической и угла наклона диаграмм направленности антенн передатчиков, регулирование плотности тока в виртуальной антенне посредством расчетной мощности передатчиков и коэффициента направленного действия их антенн. Технический результат: глобальность воздействия, скрытность и недостижимость для противодействия. 5 ил.

RU 2 831 781 C1

RU 2 831 781 C1



Фиг. 5

RU 2831781 C1

RU 2831781 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H01Q 9/34 (2024.01)*

(21)(22) Application: **2023125073, 29.09.2023**

(24) Effective date for property rights:  
**29.09.2023**

Registration date:  
**13.12.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **29.09.2023**

(45) Date of publication: **13.12.2024** Bull. № 35

Mail address:

**105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,  
MGTU im. N.E. Baumana, TSIS dlya Amelinoj  
K.E.**

(72) Inventor(s):

**Davydov Viacheslav Fedorovich (RU),  
Komarova Mariia Evgenevna (RU),  
Usachev Maksim Sergeevich (RU),  
Penkov Igor Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Moskovskii gosudarstvennyi  
tekhnikeskii universitet imeni N.E. Baumana  
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)»  
(MGTU im. N.E. Baumana) (RU)**

(54) **METHOD OF FORMING VIRTUAL ANTENNA OF VERY LONG WAVES**

(57) Abstract:

FIELD: communication equipment.

SUBSTANCE: use: radiators of electromagnetic waves in the ionosphere. Virtual antenna includes an extended section of the ionosphere, commensurate with the VLF wavelength along the magnetic field lines of the Earth, alternate synchronous excitation of section ends is carried out by radio pulses of transmitters from two points of the Earth, channeling the radiation of the transmitters into the ionosphere layer by selecting the

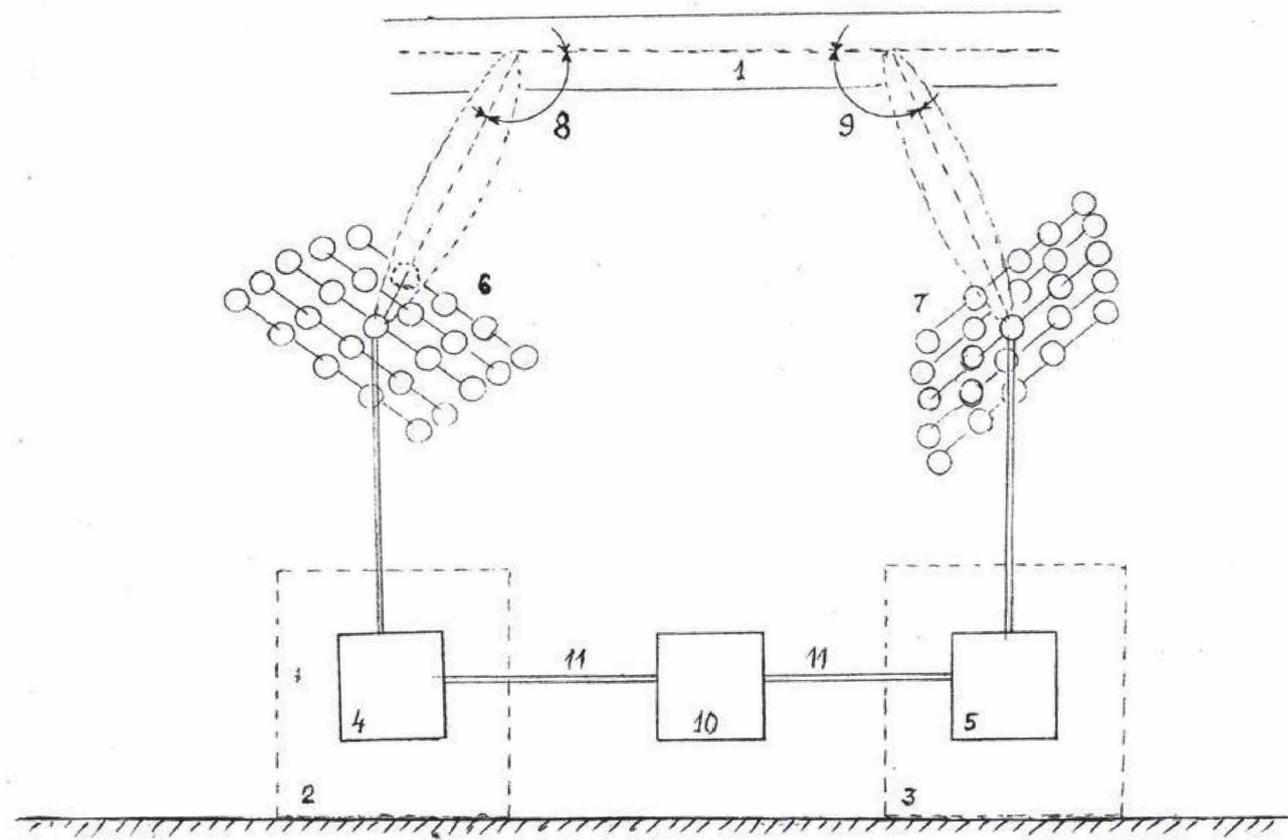
excitation frequency below the critical one and the angle of inclination of the antenna patterns of the transmitters, control of current density in virtual antenna by means of rated power of transmitters and coefficient of directional action of their antennas.

EFFECT: globality of action, stealthiness and inaccessibility for counteraction.

1 cl, 5 dwg

**RU 2 831 781 C1**

**RU 2 831 781 C1**



Фиг. 5

RU 2831781 C1

RU 2831781 C1

Изобретение относится к области создания активных излучателей из протяжённых участков ионосферы путём воздействия на неё с Земли направленным лучом электромагнитных волн на частоте ниже критической.

5 Сверхдлинные волны (СДВ) способны огибать Землю, обладают высокой проникающей способностью, что используют при томографии литосферы или передаче сигналов объектам, погружённым в морскую воду. [См., например, Радиоволны. Советский энциклопедический словарь под ред. А.М. Прохорова, изд. Сов. энциклопедия, 1983 г.]. Одновременно известно [см., например, А.Л. Дрaбкин, В.Л. Зузенко «Антенно-фидерные устройства» изд. Сов. радио, 1961 г. стр. 179-182], что для эффективного  
10 излучения радиоволн, геометрические размеры излучателя ( $l$ ) должны быть соизмеримы с длиной волны  $\lambda$ .  $l \geq [\lambda/6 \dots \lambda/2]$ . Таким образом, для эффективного излучения сверхдлинных волн и зондирования литосферы, геометрические размеры излучателя должны составлять сотни километров.

Известна «Антенна для зондирования ионосферы» Патент Ru № 2504054, 2014 г. -  
15 аналог. Антенна для зондирования ионосферы, выполнена в виде двух, скрещенных в ортогональных плоскостях, ромбов, с длинами ребер 58 м одного и 26 м второго ромба, подвешенных на опорной мачте из композитного материала высотой 32 м, создающей геометрию главной диагонали ромбов и двух пар вспомогательных мачт, высотой 9 м, для подвески вторых углов ромбов, растяжек расчаливания механического крепления  
20 мачт из полимерного материала и жил токонесущих проводов ромбов, расположенных по образующим цилиндра в качестве излучателей антенны, нагруженных на общее сопротивление, согласованное для режима бегущих волн в излучателях, подключенное к многолучевому заземлителю, выполненному по параллельной схеме, для режима зеркального противовеса. К недостаткам аналога следует отнести:

25 - ограниченность рабочих длин волн метровым диапазоном;  
- стационарность расположения конструктивных элементов антенны, при котором лепесток диаграммы направленности ориентирован в верхнюю полусферу, не позволяющий зондировать литосферу вниз.

Ближайшим аналогом к заявляемому техническому решению является Патент Ru №  
30 2568752, 2015 г. «Способ коррекции погодных условий». Способ ближайшего аналога включает длительное воздействие на локальную область атмосферы тепловым лучом сфокусированного солнечного потока посредством оптической линзы многокилометровых размеров, создаваемой в ионосфере при воздействии на нее направленным лучом СВЧ излучения на частоте ниже критической, с изменяемой  
35 длиной волны и мощностью излучения, для регулирования диэлектрической проницаемости ионосферы так, чтобы фокальная плоскость создаваемой линзы располагалась у поверхности Земли.

Недостатком ближайшего аналога является невозможность непосредственного использования для регулирования плотности тока в заявляемом излучателе.

40 Задача, решаемая заявленным техническим решением, состоит в использовании протяжённого участка ионосферы в качестве излучателя СДВ с диаграммой направленности, обращенной в нижнюю полусферу, путём его синхронного возбуждения с двух, противоположных друг другу, концов посредством канализации возбуждающей энергии в выбранный участок ионосферы на частоте ниже критической. Поставленная  
45 задача решается тем, что способ формирования виртуальной антенны сверхдлинных волн (СДВ) при котором выбирают протяженный участок ионосферы вдоль магнитных силовых линий Земли с максимальной плотностью электронной концентрации, на концах выбранного участка в точках Земли, соответствующих проекциям концов

участка, располагают наземные передатчики для попеременного синхронного возбуждения концов выбранного участка радиоимпульсами, путем канализации их излучения в слой ионосферы при расчетном угле наклона антенн передатчиков и частоте возбуждения ниже критической частоты ионосферного слоя, с частотой повторения радиоимпульсов возбуждения ( $F_n = 1/T_n$ ), равной несущей частоте излучения создаваемой антенны.

Изобретение поясняется чертежами, где:

фиг. 1 - плотность электронной концентрации в слоях ионосферы;

фиг. 2 - канализация зондируемого излучения в слой ионосферы путем расчетного коэффициента преломления радиоволн;

фиг. 3 - диаграммы синхронных радиоимпульсов передатчиков (а, б) с изменяемым периодом повторения  $T_n$ ;

фиг. 4 - спектр сигнала СДВ в виртуальной антенне;

фиг. 5 - функциональная схема устройства, реализующая способ.

Физическая сущность способа состоит в следующем.

При распространении электромагнитных волн в ионизированном газе (по ионосфере), диэлектрическая проницаемость последней носит комплексный характер [см. например, Физический энциклопедический словарь под ред. А.М. Прохорова, изд. Советская Энциклопедия, М, 1983 г., стр. 389-391, Максвелла уравнения].

Из аналитического соотношения ближайшего аналога для комплексной

диэлектрической проницаемости ионизированного газа  $\varepsilon_k = 1 - \frac{3.190 \cdot N}{\omega^2 + \nu^2}$  следует, что

наибольший диапазон ее изменения соответствует максимальным значениям плотности электронной концентрации  $N$ , где  $\omega$  - частота возбуждающего сигнала,  $\nu$  - количество соударений молекул. Из графика фиг. 1 [см., например, «Космонавтика. Энциклопедия под ред. В.П. Глушко, М, изд. Энциклопедия, 1985 г., стр. 142] максимальная плотность электронной концентрации соответствует слою  $F_2$  со значениями  $N[8...25] \cdot 10^{11} \text{ 1/м}^3$ .

Поэтому, для эффективного регулирования диэлектрической проницаемости и плотности тока в создаваемой антенне, следует воздействовать на слой  $F_2$ .

Зондируя ионосферу мощным излучением, на частотах ниже критической (при полном поглощении излучения ионосферой) происходит увеличение количества соударений  $\nu$ , что вызывает изменение диэлектрической проницаемости и проводимости ионосферы. Изменяя мощность и частоту зондирования, представляется возможным регулировать параметры ионосферы и плотность тока в создаваемом излучателе.

Для канализации зондируемой мощности в толщу выбранного участка ионосферы необходимо рассчитать угол зондирования  $\theta_3$ . Коэффициент преломления  $n =$

$$\sqrt{\varepsilon} = \frac{\sqrt{1 - 81N_y}}{f^2}.$$

Согласно фиг. 2, из геометрической оптики можно записать соотношения:

$$n_0 \cdot \sin \theta_0 = n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 = n_n \cdot \sin \theta_n$$

$n_0$  - коэффициент преломления воздуха, равен единице.

$\theta_n$  - угол поворота луча в слое,  $\theta_n$  должен быть равен  $\pi/2$ . Из приведенного соотношения:

$$1 \cdot \sin \theta_0 = n_{\Pi} \sin \pi/2 = \frac{\sqrt{1-81N_y}}{f^2}$$

Решение уравнения для электронной концентрации слоя ( $F_1F_c$ ) дает результат:

$$f_{\text{эф}} = \frac{9}{\cos \theta_0} \sqrt{N_{\text{max}}}, \theta_0=30^\circ, f_{\text{кр}}[9 - 18] \text{ МГц}$$

На рисунке фиг. 3 иллюстрируется последовательность синхронизированных по времени радиоимпульсов возбуждения участков ионосферы с частотой повторения  $1/T_{\Pi}$ . Для увеличения энергетического потенциала канала возбуждения используют однополосную модуляцию [см., например, Справочник по радиоэлектронике под ред. А.А. Куликовского, изд. Энергия, М, 1968 г., стр. 44-49, Однополосная модуляция]. Спектр радиоимпульсов содержит множество гармоник, в том числе и гармонику частоты  $1/T_{\Pi}$ . Поскольку параметры ионосферы существенно нелинейны, а длина излучателя ( $l$ ) соизмерима с длиной волны ( $\lambda$ ) СДВ, то на нелинейном элементе (как на резонансной системе) выделяется модулирующая функция. Основная мощность возбуждения преобразуется в ток «виртуальной антенны».

#### Пример реализации способа

Виртуальная антенна сверхдлинных волн (фиг. 5) содержит выбранный участок ионосферы (1) вдоль магнитных силовых линий с расположением пунктов возбуждения (2, 3) в точках проекций концов участка на поверхности Земли. Каждый из пунктов содержит передатчик радиоимпульсов возбуждения (4, 5) и антенные решетки (6, 7) с расчетным значением коэффициента направленного действия и угла зондирования  $\theta$  (8,9) для обеспечения требуемого энергетического потенциала возбуждения и коэффициента преломления. Синхронизацию работы передатчиков, выбор глубины модуляции, длительности периода повторения радиоимпульсов при однополюсном излучении осуществляют из центра управления (10) по линии управления (11).

Устройство может быть реализовано на существующей технической базе. В качестве элемента антенных решеток (фиг. 5 (6, 7)) наземных пунктов, может быть использована «Антенна для зондирования ионосферы» - аналог. Ромбовидная антенна бегущих волн метрового диапазона имеет коэффициент направленного действия ( $D \approx 125$ ) [см., например, А.Л. Драбкин, В.Л. Зузенко «Антенно-фидерные устройства, изд. Сов. радио, 1961 г., стр. 366-371] в диапазоне 10 - 15 МГц.

В качестве передатчиков наземных пунктов могут быть использованы передатчики войсковой радиостанции Р-110 мощностью до 10 кВт в непрерывном режиме. Зависимость напряженности поля  $E$  от мощности передатчика  $P_{\Sigma}$ , коэффициента направленного действия антенны  $D$  и дальности распространения  $r$  [см. например, А.Л. Драбкин, В.Л. Зузенко «Антенно-фидерные устройства», изд. Сов. радио, М, 1961 г] задается выражением:

$$A_0 = \frac{\sqrt{30D_{\Sigma}D}}{r}$$

Расчетная величина напряженности поля, возбуждаемого участка ионосферы, высота которого составляет 300 км (высота слоя  $F_2$ ) составит:  $E \approx 0,7 \cdot 10^{-2} \text{ В/м}$

Из уравнения Максвелла, плотность тока равна сумме тока проводимости и тока смещения  $j = j_{\text{пров}} + j_{\text{смц}} = g \cdot \vec{E} + \varepsilon \cdot \dot{\vec{E}}$ ,

$\vec{E}$  - вектор электрической напряженности, создаваемой передатчиками зондирования ионосферы;

$g$  - проводимость ионосферы,

$$g = \frac{\bar{a}^2}{m} \cdot \frac{N_{\bar{y}}}{v}.$$

5 После подстановки численных значений параметров [ $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  кул.  $m = 3,1 \cdot 10^{-31}$  кг,  $N_{\bar{y}} = [10^{11} \dots 10^{12}] / \text{м}^3$ ,  $v \approx 10^9$ ], проводимость составляет [ $10^{-4} \dots 10^{-5}$ ] 1/Ом. Ток в антенне равен плотности  $j$  умноженной на площадь сечения слоя ионосферы, в который канализируется мощность передатчиков зондирования. Площадь сечения определяется шириной диаграммы направленности антенных решёток пунктов зондирования, порядка  
10 25 - 30° для антенны аналога. При перечисленных выше параметрах, оцениваемая величина тока в виртуальной антенне составит десятки ампер.

Известен эффект усиления сигнала в ионосфере, причиной которого является «лавина заряженных частиц», возникающая при взаимодействии СДВ с магнитными силовыми линиями полюсов Земли [см., например, Н. Бегич, Дж. Мэнниг «Никола Тесла и его дьявольское оружие», перевод с англ., Москва; Эксмо: Яуза, 2018 г. Гл. 23 стр. 226, 318, 389-390]. Исходя из последнего, один из концов создаваемого излучателя следует размещать вблизи Северного полюса, где напряжённость магнитного поля максимальна.

Эффективность устройства характеризуется глобальностью, скрытностью и технической недостижимостью для противника.

20

#### (57) Формула изобретения

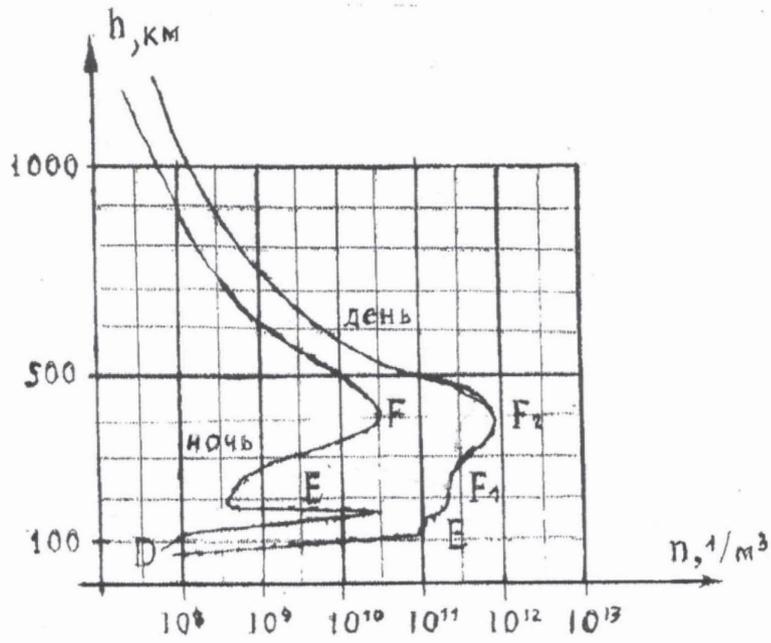
Способ формирования виртуальной антенны сверхдлинных волн (СДВ), при котором выбирают протяженный участок ионосферы вдоль магнитных силовых линий Земли с максимальной плотностью электронной концентрации, на концах выбранного участка  
25 в точках Земли, соответствующих проекциям концов участка, располагают наземные передатчики для попеременного синхронного возбуждения концов выбранного участка радиоимпульсами, путем канализации их излучения в слой ионосферы при расчетном угле наклона антенн передатчиков и частоте возбуждения ниже критической частоты ионосферного слоя, с частотой повторения радиоимпульсов возбуждения ( $F_n = 1/T_n$ ),  
30 равной несущей частоте излучения создаваемой антенны.

35

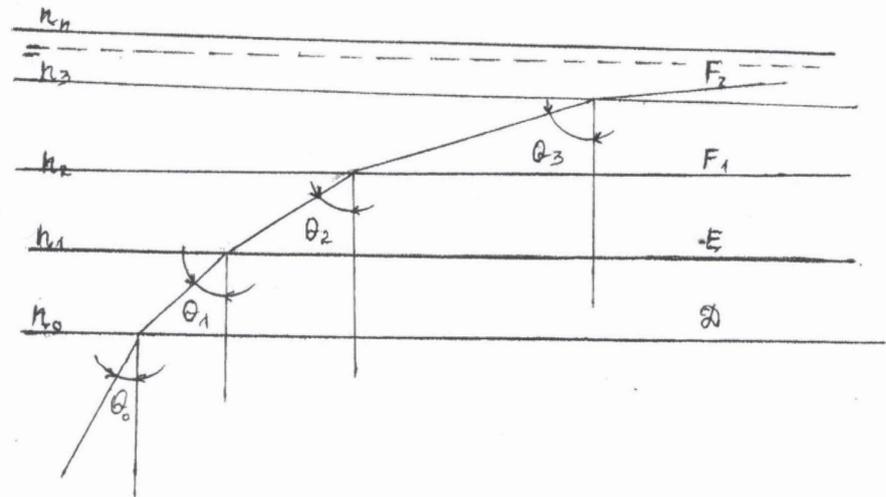
40

45

1

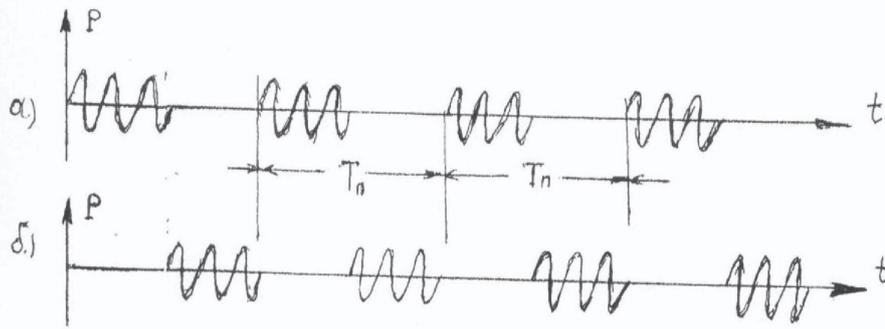


Фиг. 1

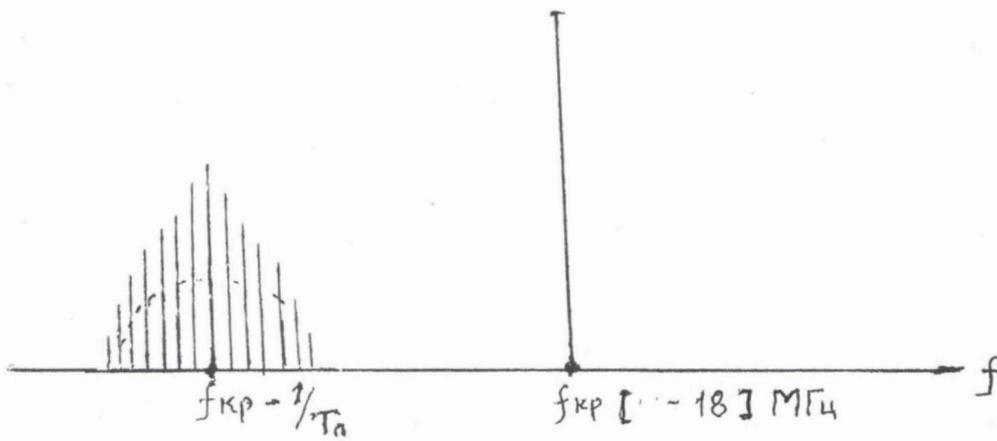


Фиг. 2

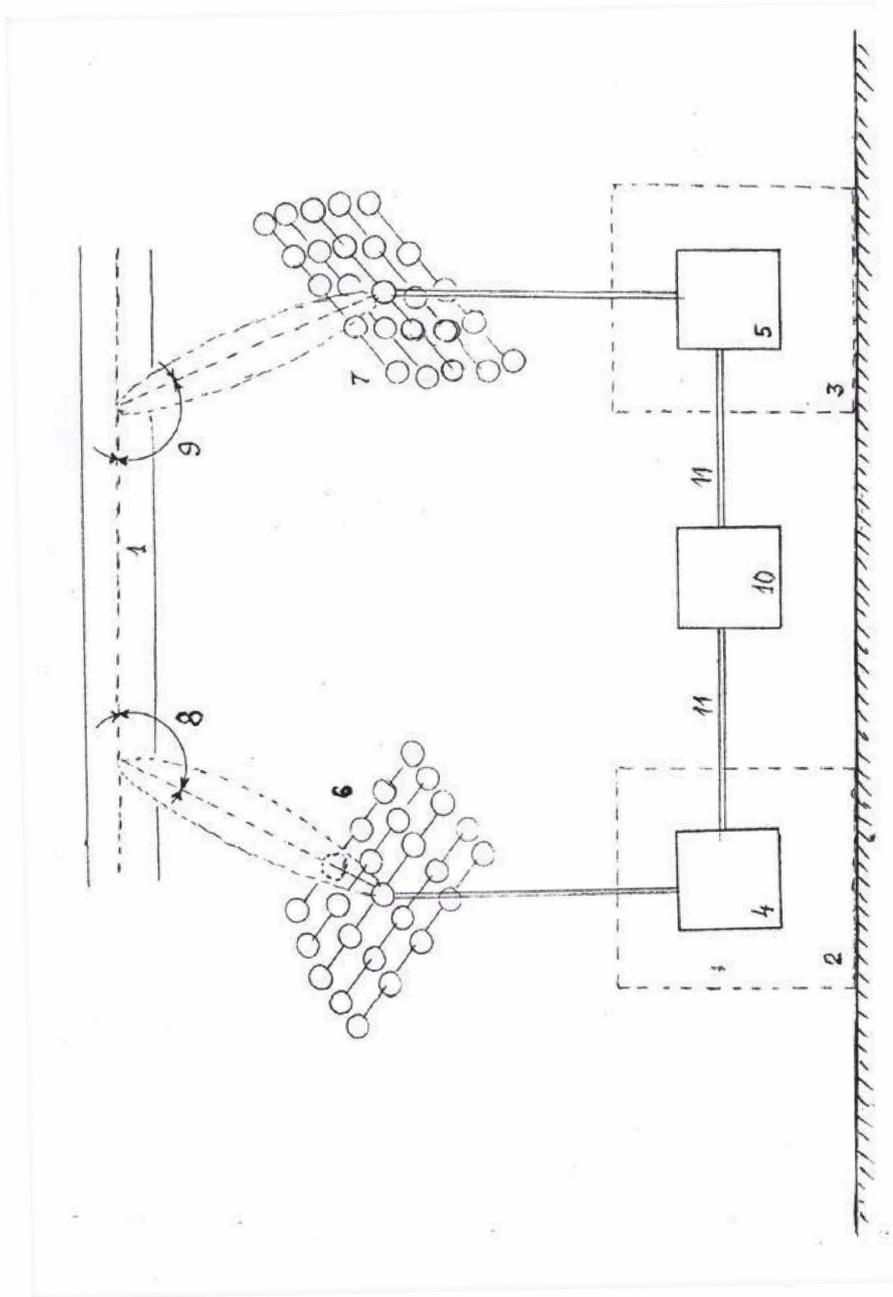
2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5