



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H01P 1/203 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018107089, 26.02.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.02.2018

Дата регистрации:  
19.06.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.02.2018

(45) Опубликовано: 19.06.2019 Бюл. № 17

Адрес для переписки:  
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр.  
38, ФИЦ КНЦ СО РАН, отдел патентной и  
изобретательской работы

(72) Автор(ы):

Беляев Борис Афанасьевич (RU),  
Афонин Алексей Олегович (RU),  
Лексиков Андрей Александрович (RU),  
Сержантов Алексей Михайлович (RU),  
Лексиков Александр Александрович (RU),  
Говорун Илья Валериевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение "Федеральный  
исследовательский центр "Красноярский  
научный центр Сибирского отделения  
Российской академии наук" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: Leksikov A. A и др. THE  
COMPACT MICROSTRIP DIPLEXER FOR  
RADIONAVIGATION SYSTEMS GPS/  
GLONASS (МИНИАТЮРНЫЙ  
МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ДИПЛЕКСЕР  
ДЛЯ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ GPS/ГЛОНАСС) // 2015 25th Int.  
Crimean Conference "Microwave &  
Telecommunication Technology"  
(CriMiCo'2015). 6—12 September, Sevastopol,  
Crimea 2015: CriMiCo'2015 Org. Com. ISBNs:  
(см. прод.)

## (54) МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ДИПЛЕКСЕР

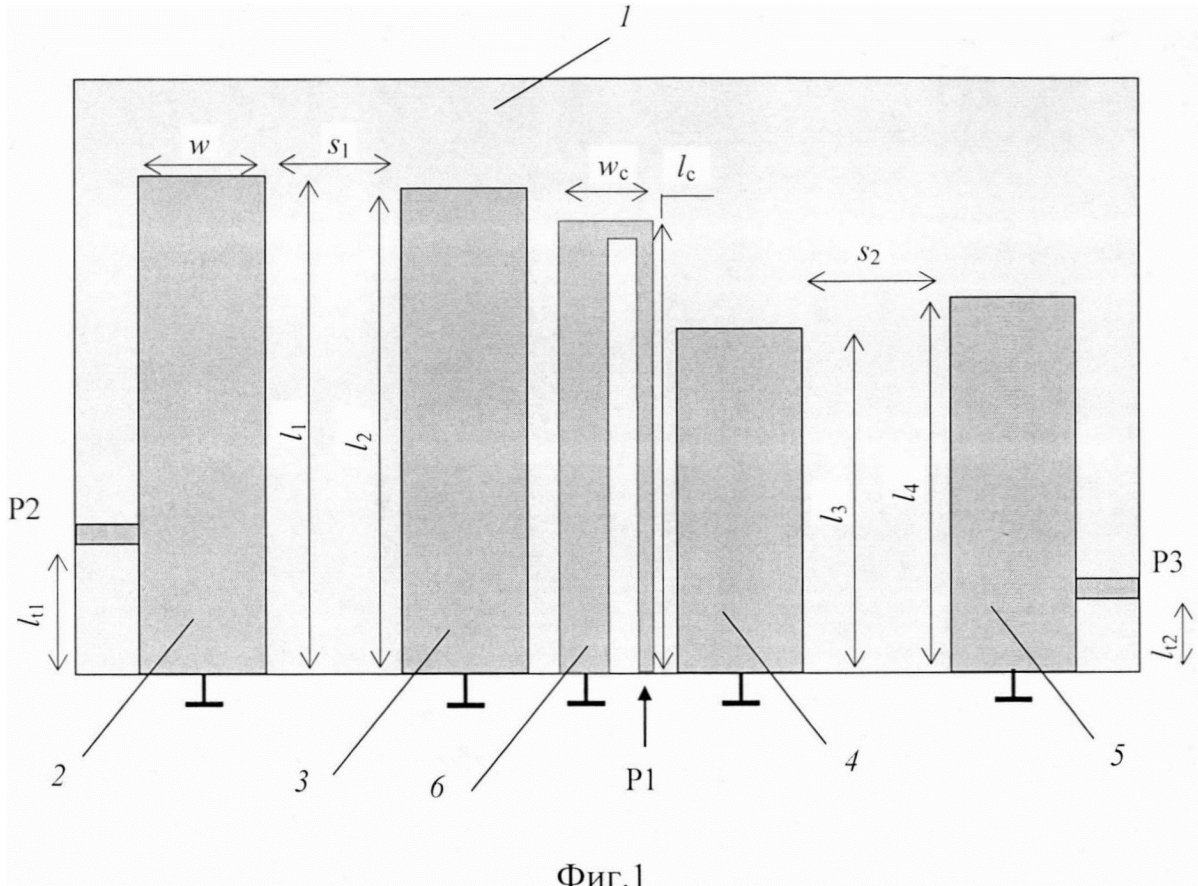
(57) Реферат:

Микрополосковый диплексер относится к радиотехнике. Микрополосковый диплексер содержит диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую сторону нанесены полосковые проводники резонаторов и П-образный проводник согласующей цепи, причем резонаторы формируют фильтры низкочастотного и высокочастотного каналов, один конец согласующей цепи короткозамкнут, а ко второму подключен общий вход диплексера,

входные резонаторы каналов связаны с согласующей цепью электромагнитно. Длины полосковых проводников резонаторов низкочастотного и высокочастотного каналов соответственно равны  $l_1 = 7.87$  мм и  $l_2 = 7.73$  мм,  $l_3 = 5.45$  мм и  $l_4 = 5.87$  мм, габаритные длина и ширина П-образного проводника согласующей цепи  $l_c = 7.15$  мм и  $w_c = 1.50$  мм соответственно, сигнальные проводники выхода 2 и выхода 3 подключены

непосредственно к полосковым проводникам выходных резонаторов в точках на расстояниях  $l_{t1}=1.80$  мм и  $l_{t2}=1.18$  мм от заземленных

концов проводников резонаторов. Техническим результатом изобретения является уменьшение размеров диплексера и улучшение согласования его общего порта. 2 ил.



Фиг. 1

(56) (продолжение):

978-1-4673-9413-0, 978-1-4673-9414-7, 978-1-4673-9415-4. IEEE Cat. Nr. CFP 15788 (стр. 543-544, фиг. 1). RU 2475900 С1, 20.02.2013. Афонин А. О. и др. ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ЗАВИСИМЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ СВЯЗИ СОГЛАСУЮЩЕЙ ЦЕПИ С ВХОДНЫМИ РЕЗОНАТОРАМИ КАНАЛОВ В МИКРОПОЛОСКОВОМ ДИПЛЕКСЕРЕ// Актуальные проблемы радиофизики : VII Международная научно-практическая конференция, г. Томск, 18-22 сентября 2017 г. (стр. 16-18). Лексиков А.А. и др. МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ДИПЛЕКСЕР ДЛЯ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС/GPS// Известия высших учебных заведений. Физика. 2015. Т. 58., 8/2. С. 325-327. KR 0101482955 В1, 15.01.2015. US 6771222 В1, 03.08.2004.

RU 2691999 С1

RU 2691999 С1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H01P 1/203 (2018.08)*

(21)(22) Application: **2018107089, 26.02.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**26.02.2018**

Registration date:  
**19.06.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **26.02.2018**

(45) Date of publication: **19.06.2019** Bull. № 17

Mail address:

**660036, g. Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, str.  
38, FITS KNTS SO RAN, otdel patentnoj i  
izobretatelskoj raboty**

(72) Inventor(s):

**Belyaev Boris Afanasevich (RU),  
Afonin Aleksej Olegovich (RU),  
Leksikov Andrej Aleksandrovich (RU),  
Serzhantov Aleksej Mihajlovich (RU),  
Leksikov Aleksandr Aleksandrovich (RU),  
Govorun Ilya Valerievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
nauchnoe uchrezhdenie "Federalnyj  
issledovatel'skij tsentr "Krasnojarskij nauchnyj  
tsentr Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii  
nauk" (RU)**

(54) **MICROSTRIP DIPLEXER**

(57) Abstract:

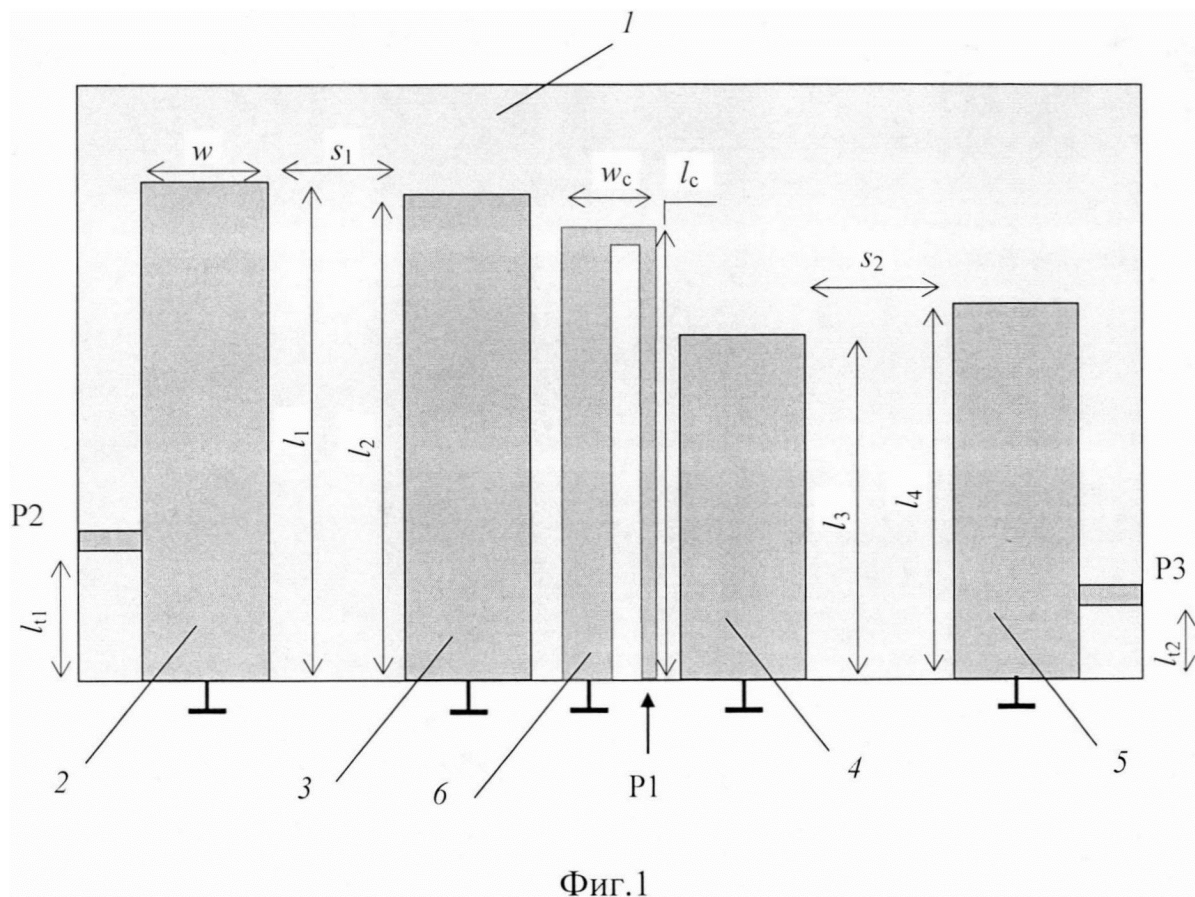
FIELD: radio equipment.

SUBSTANCE: microstrip diplexer relates to radio engineering. Microstrip diplexer comprises a dielectric substrate, on one side of which there is a grounded base, and a second side is coated with strip conductors of resonators and a U-shaped conductor of a matching circuit, wherein the resonators form low-frequency and high-frequency channel filters, one end of the matching circuit is short-circuited, and to the second end, the common input of the diplexer is connected, the input resonators of the channels are connected to the matching circuit electromagnetically. Lengths of strip conductors of resonators of low-frequency and high-frequency

channels are equal  $l_1=7.87$  mm and  $l_2=7.73$  mm,  $l_3=5.45$  mm and  $l_4=5.87$  mm, overall length and width of U-shaped conductor of matching circuit  $l_c=7.15$  mm and  $w_c=1.50$  mm respectively, signal conductors of output 2 and output 3 are connected directly to strip conductors of output resonators at points at distances  $l_{t1}=1.80$  mm and  $l_{t2}=1.18$  mm from grounded ends of conductors of resonators.

EFFECT: reduced size of diplexer and improved matching of its common port.

1 cl, 2 dwg



Фиг.1

RU 2691999 C1

RU 2691999 C1

Изобретение относится к технике высоких и сверхвысоких частот и может использоваться в селективных трактах радиоаппаратуры различного назначения, в частности, в радионавигационных системах.

Известен микрополосковый диплексер [Lung-Hwa Hsieh, Kai Chang. New Microstrip Diplexers Using Open-Loop Ring Resonators With Two Transmission Zeros // MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS. 2005. - V. 44. - No. 5. - P. 396-398.], содержащий диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую сторону - полосковые проводники резонаторов и согласующей цепи, причем резонаторы образуют полосно-пропускающие фильтры низкочастотного и высокочастотного каналов, а согласующая цепь представляет собой Т-разветвление. Одним концом согласующая цепь подключена к входному резонатору низкочастотного канала, вторым - высокочастотного, а третий конец является общим входом устройства.

Недостатком такой конструкции является то, что согласующая цепь существенно увеличивает размеры диплексера, кроме того, она совокупно с входными резонаторами диплексера образует резонансную систему, резонансы которой попадают в полосы заграждения, ухудшая тем самым его селективные свойства.

Известен микрополосковый диплексер [Chi-Feng Chen, Ting-Yi Huang, Chi-Ping Chou, Ruey-Beei Wu. Microstrip Diplexers Design With Common Resonator Sections for Compact Size, but High Isolation // IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES. - 2006. - V. 54. - No. 5. - P. 1945-1952.], содержащий диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую - полосковые проводники, резонаторов и согласующей цепи, причем резонаторы образуют полосно-пропускающие фильтры низкочастотного и высокочастотного каналов, а согласующая цепь представляет собой прямоугольное разомкнутое кольцо, к средней части которого подключен общий вход устройства, а входные резонаторы каналов связаны с согласующей цепью электромагнитно. Размеры и конфигурация кольца выбраны такими, что две первые моды колебаний, возбуждающиеся в нем, имеют частоты, равные центральным частотам полос пропускания низкочастотного и высокочастотного каналов.

Диплексеры такой конструкции имеют меньшие, по сравнению с первым аналогом размеры. Однако они более сложны в настройке. Кроме того, не всегда они достаточно хорошо согласуются (с внешними линиями) по обоим каналам одновременно. Это связано с тем, что распределение амплитуд ВЧ напряжения по длине согласующей цепи на частотах используемых мод существенно разное. Поэтому, добиться требуемой величины связи общего входа с обоими каналами одновременно не всегда возможно.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков аналогом является микрополосковый диплексер [А.А. Лексиков, Ан.А. Лексиков, И.В. Говорун, А.О. Афонин, А.В. Угрюмов, А.В. Гребенников Микрополосковый диплексер для радионавигационных систем ГЛОНАСС/GPS // Известия ВУЗов, ФИЗИКА. - 2015. - Т. 58. - №8/2.- С. 325-327, (прототип)] содержащий диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую - полосковые проводники резонаторов и согласующей цепи, причем резонаторы образуют полосно-пропускающие фильтры низкочастотного и высокочастотного каналов, а согласующая цепь представляет собой П-образный полосковый проводник, расположенный между входными резонаторами каналов и связанный с ними электромагнитно, причем один конец согласующей цепи коротко-замкнут а ко второму подключен общий вход. Выходные сигнальные проводники подключены непосредственно к полосковым проводникам выходных резонаторов в точках, определяемых заданным уровнем

отражений (заданным значением КСВН)

Техническим результатом изобретения является уменьшение размеров диплексера. Указанный технический результат достигается тем, что в микрополосковом диплексере, содержащем диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую сторону нанесены полосковые проводники резонаторов и П-образный проводник согласующей цепи, причем резонаторы формируют фильтры низкочастотного и высокочастотного каналов, один конец согласующей цепи короткозамкнут, а ко второму подключен общий вход диплексера, входные резонаторы каналов связаны с согласующей цепью электромагнитно, новым является то, что длины полосковых проводников резонаторов низкочастотного и высокочастотного каналов соответственно равны  $l_1 = 7.87 \text{ мм}$  и  $l_2 = 7.73 \text{ мм}$ ,  $l_3 = 5.45 \text{ мм}$  и  $l_4 = 5.87 \text{ мм}$ , их ширина  $w$  одинакова = 2 мм; габаритные длина и ширина П-образного проводника согласующей цепи  $l_c = 7.15 \text{ мм}$  и  $w_c = 1.50 \text{ мм}$  соответственно, сигнальные проводники выхода 2 и выхода 3 подключены к внешним резонаторам на расстояниях  $l_{11} = 1.80 \text{ мм}$  и  $l_{12} = 1.18 \text{ мм}$  от заземленных концов проводников резонаторов.

Отличие заявляемого устройства от прототипа заключается в том, что длины полосковых проводников резонаторов низкочастотного и высокочастотного каналов соответственно равны  $l_1 = 7.87 \text{ мм}$  и  $l_2 = 7.73 \text{ мм}$ ,  $l_3 = 5.45 \text{ мм}$  и  $l_4 = 5.87 \text{ мм}$ , их ширина  $w$  одинакова = 2.0 мм габаритные длина и ширина П-образного проводника согласующей цепи  $l_c = 7.15 \text{ мм}$  и  $w_c = 1.50 \text{ мм}$  соответственно, сигнальные проводники выхода 2 и выхода 3 подключены к внешним резонаторам на расстояниях  $l_{11} = 1.80 \text{ мм}$  и  $l_{12} = 1.18 \text{ мм}$  от заземленных концов проводников резонаторов.

Эти отличия позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна». Признаки, отличающий заявляемое техническое решение от прототипа, не выявлен в других технических решениях при изучении данной и смежной областей техники и, следовательно, обеспечивают заявляемому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

Изобретение поясняется чертежами, на которых изображена конструкция конкретной реализации заявляемого диплексера (Фиг. 1), частотные зависимости коэффициентов передачи и отражения от его общего входа (Фиг. 2).

Заявляемый диплексер состоит из диэлектрической подложки 1 (Фиг. 1), нижняя поверхность которой полностью металлизирована, а на верхнюю поверхность нанесены полосковые проводники резонаторов 2, 3, низкочастотного канала, 4, 5 - высокочастотного канала и согласующей цепи 6. Проводники каждого из резонаторов короткозамкнуты одним из своих концов, и, таким образом, в данном конкретном случае резонаторы являются четвертьволновыми. Полосковый проводник согласующей цепи также короткозамкнут на одном конце, а ко второму подключен общий вход P1, сигнальные проводники выхода 2 и выхода 3 подключены непосредственно к полосковым проводникам выходных резонаторов в точках, определяемых заданным уровнем отражений, на расстояниях  $l_{11} = 1.80 \text{ мм}$  и  $l_{12} = 1.18 \text{ мм}$  от заземленных концов проводников резонаторов. Собственные резонансные частоты согласующей цепи лежат далеко за пределами полос пропускания каналов. Кроме того, благодаря тому, что общий вход подключен к концу согласующей цепи, где локализуются пучности ВЧ электрического поля для всех мод, эти резонансы имеют очень низкую нагруженную добротность и поэтому не влияют на работу диплексера. При этом ее электромагнитная связь с входными резонаторами каналов оказалась достаточно сильной, чтобы можно было реализовать устройства с относительной шириной полос пропускания каналов

как минимум 15%. Величина этой связи регулируется просто - величиной зазора между полосковыми проводниками согласующей цепи и проводниками входных резонаторов, а также шириной низкоомного и высокоомного участков цепи.

5 Диплексер работает следующим образом: при поступлении электромагнитного сигнала на общий вход устройства его составляющие на частотах полосы пропускания низкочастотного канала проходят на выход 2, составляющие на частотах полосы пропускания высокочастотного канала проходят на выход 3, а составляющие на прочих частотах отражаются от общего входа устройства.

10 На Фиг. 2 Приведены частотные зависимости коэффициентов передачи ( $S_{21}$  и  $S_{31}$ ) и коэффициента отражения ( $S_{11}$ ) экспериментального диплексера заявляемой конструкции, разработанного для радионавигационной системы ГЛОНАСС/GPS. Диплексер имеет следующие конструктивные параметры:

15 Подложка из керамики ТБНС с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon=80$ , толщиной 1 мм и размерами 16.8 мм × 9.0 мм; длина полосковых проводников резонаторов низкочастотного и высокочастотного каналов (все размеры в мм) соответственно  $l_1=7.87$  и  $l_2=7.73$ ,  $l_3=5.45$  и  $l_4=5.87$ ; их ширина  $w$  одинакова = 2.00; зазор между резонаторами низкочастотного канала  $s_1=2.10$ , высокочастотного -  $s_2=2.30$ ; габаритные длина и ширина П-образного проводника согласующей цепи  $l_c=7.15$  и  $w_c=1.50$  соответственно, ширина его в узкой (высокоомной) части 0.25, в широкой (низкоомной) - 0.75; зазор между согласующей цепью и резонатором низкочастотного канала 0.50, а высокочастотного - 0.40. Сигнальные проводники выхода 2 и выхода 3 подключены непосредственно к полосковым проводникам выходных резонаторов в точках, определяемых заданным уровнем отражений, на расстояниях

20  $l_{t1}=1.80$  мм и  $l_{t2}=1.18$  мм от заземленных концов проводников резонаторов.

Оценка показывает, что площадь подложки у заявляемого диплексера в два раза меньше, чем у прототипа.

30 Диплексер смонтирован в корпусе, с расстоянием от поверхности подложки до экранирующей крышки 4.0 мм. Размеры диплексера в корпусе: 17.9 мм × 11.0 мм × 6.5 мм.

Центральные частоты каналов: 1225 МГц и 1595 МГц, Минимальные вносимые потери в полосах пропускания каналов диплексера 0.9 дБ. Их относительная ширина ~7%, а коэффициент отражения по обоим каналам - 20 дБ ( $K_{СВН}=1.22$ ), т.е. оба канала хорошо согласованы.

#### (57) Формула изобретения

40 Микрорезонаторный диплексер, содержащий диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую сторону нанесены полосковые проводники резонаторов и П-образный проводник согласующей цепи, причем резонаторы формируют фильтры низкочастотного и высокочастотного каналов, один конец согласующей цепи короткозамкнут, а ко второму подключен общий вход диплексера, входные резонаторы каналов связаны с согласующей цепью электромагнитно, отличающийся тем, что длины полосковых проводников резонаторов низкочастотного и высокочастотного каналов соответственно равны

45  $l_1=7.87$  мм и  $l_2=7.73$  мм,  $l_3=5.45$  мм и  $l_4=5.87$  мм, габаритные длина и ширина П-образного проводника согласующей цепи  $l_c=7.15$  мм и  $w_c=1.50$  мм соответственно, сигнальные проводники выхода 2 и выхода 3 подключены непосредственно к полосковым проводникам выходных резонаторов в точках на расстояниях  $l_{t1}=1.80$  мм и  $l_{t2}=1.18$  мм

от заземленных концов проводников резонаторов.

5

10

15

20

25

30

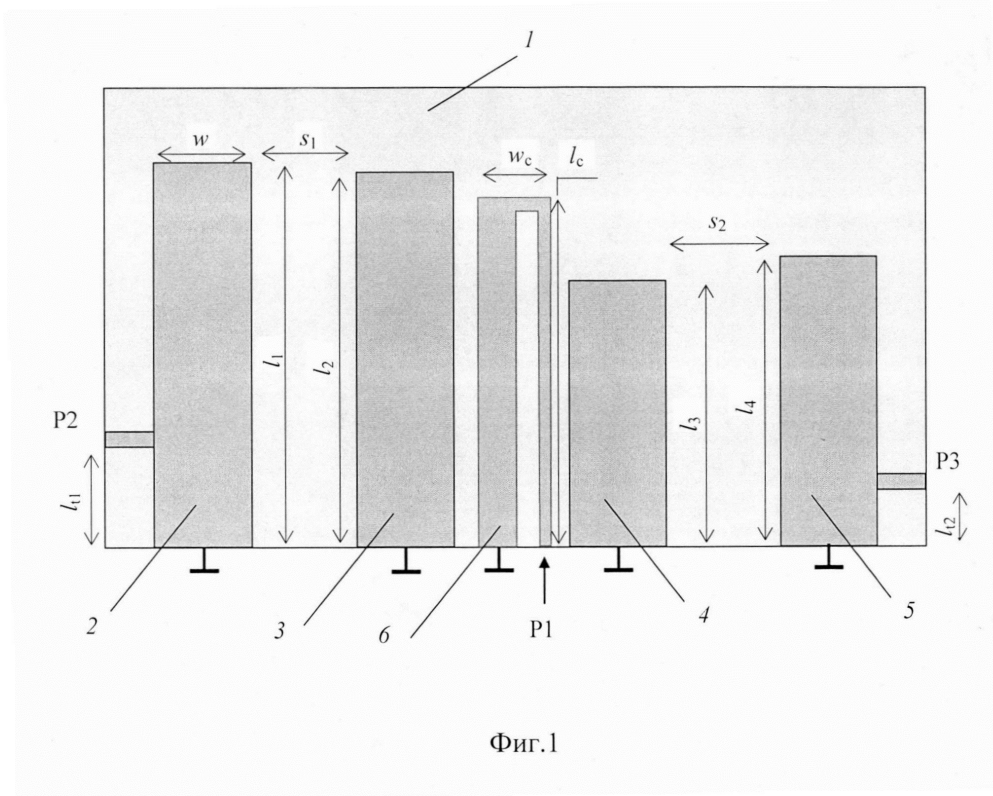
35

40

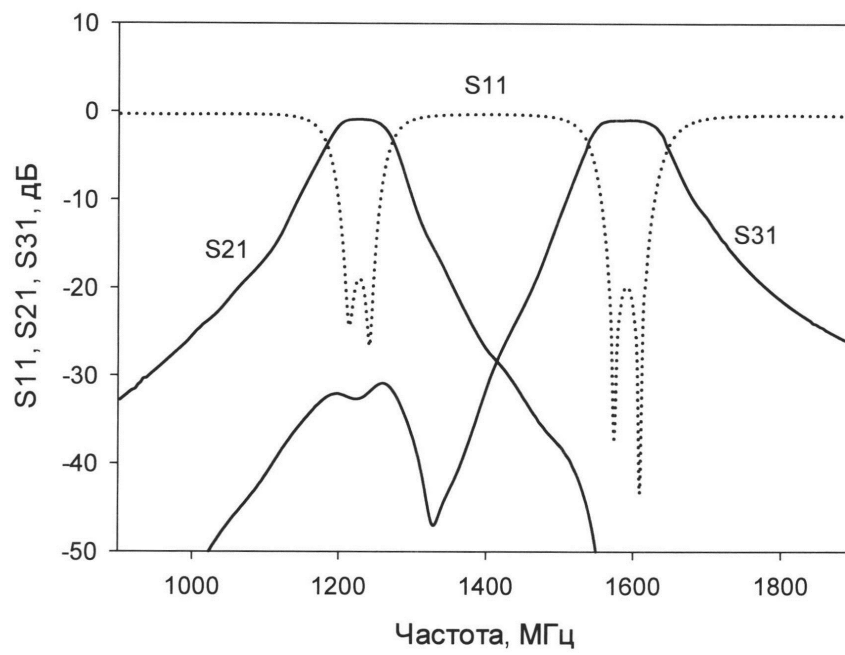
45



1



2



Фиг. 2