

Андрианов Артур Валерьевич,

Начальник отдела,
АО ТНИИС, г. Таганрог

Дёмочкин Денис Игоревич, Инженер,

АО ТНИИС, г. Таганрог

Зикий Анатолий Николаевич,

к.т.н., старший научный сотрудник,
АО ТНИИС, г. Таганрог

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ДЕЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ СВЧ ПО ПАТЕНТНЫМ ИСТОЧНИКАМ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация: кратко рассмотрены области применения и классификация делителей мощности СВЧ. Проведен патентный поиск глубиной 56 лет с 1965 по 2022 годы. Представлен список наиболее интересных изобретений СССР, США и РФ в количестве 37 наименований. Выявлены и перечислены тенденции развития. Представленные материалы могут быть полезны на начальных этапах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Ключевые слова: делитель мощности, тенденции развития, патентный поиск, отчет о патентных исследованиях, классификация делителей мощности.

Введение

Делители мощности и направленные ответвители (далее ДМ и НО) широко используются в приёмно-передающей аппаратуре СВЧ для деления и суммирования мощности радиосигналов. Особенно широкое использование НО и ДМ нашли в антенных решётках. Велико разнообразие схем и конструкций ДМ и НО, в том числе по числу используемых каналов, по диапазону частот, по используемым линиям передач. ДМ и НО посвящено значительное число научных публикаций, в том числе монографии [1-8], статьи [9-12], однако в них не нашли должного отражения результаты патентных исследований.

Выявление тенденций развития делителей мощности проводилось с 1966 по 2022 г. Рассмотрены следующие классы изобретений международной патентной классификации: H01P 5/12, H01P 5/16, H01P 5/18.

Ряд изобретений СССР и РФ перечислен в таблице 1. Она составлена в хронологическом порядке. В таблице 2 приведён перечень полезных моделей Летавина Д.А., заимствованный из его книги [6]. В таблице 3 приведены ссылки на патенты США. Среди них были выявлены следующие тенденции:

- расширение диапазона рабочих частот;
- уменьшение неравномерных АЧХ;
- повышение идентичности каналов (амплитудной);
- повышение фазовой идентичности;
- уменьшение массы и габаритов;
- упрощение конструкции;
- комплексирование с другими узлами-усилителями, фильтрами, защитными устройствами, переключателями;
- применение относительно новых линий передачи;
- применение новых материалов и технологий (LTCC-низкотемпературная совместно обжигаемая керамика) (ВТСП-высокотемпературная сверхпроводимость), поверхностных акустических и магнитостатических волн;



• продвижение ДМ на сосредоточенных элементах в дециметровый и сантиметровый диапазон волн.

Составлен отчёт о патентных исследованиях [13].

Таблица 1

Делители мощности. Патенты СССР и РФ

Номер охранного документа	Наименование	Дата публикации
177.482	Делитель СВЧ-мощности	08.02.1966
1.762.253	Делитель мощности СВЧ	15.09.1992
1.798.840	Делитель мощности	28.02.1993
2.033.665	Делитель мощности	20.04.1995
2.074.508	Делитель мощности	27.02.1997
2.484.557	Направленный ответвитель на полосковых линиях	10.06.2013
2.554.521	Распределительная система для фазированной антенной решётки	27.06.2015
2.559.711	Делитель мощности	10.08.2015
2.621.887	Сверхширокополосный микрополосковый делитель мощности	07.06.2017
2.658.093	Способ построения компактных делителей мощности СВЧ сигналов	19.06.2018
2.685.551	Тандемный ответвитель на связанных линиях	22.04.2019
2.743.248	Микрополосковый тандемный направленный ответвитель	16.02.2021
2.766.843	Делитель мощности 2×3 (3×2) для бортовой аппаратуры космических аппаратов	16.03.2022
2.526.742	Многоканальный делитель мощности	27.08.2014
145.537	Направленный ответвитель с повышенной направленностью (ТНИИС)	20.09.2014

Таблица 2

Изобретения Летавина Д.А. и др [6]

Номер охранного документа	Наименование	Дата публикации
177.305	Компактный направленный ответвитель	15.02.2018
180.138	Компактный трёхшлейфный направленный ответвитель	05.06.2018
182.106	Компактный кольцевой мост	03.08.2018
182.122	Миниатюрный микрополосковый направленный ответвитель	03.08.2018
187.315	Компактный СВЧ мост	03.08.2018
187.316	Компактный четырёхшлейфный направленный ответвитель	01.03.2019
189.909	Миниатюрный трёхшлейфный ответвитель	11.06.2019
190.044	Компактный трёхшлейфный направленный ответвитель	05.10.2018
196.284	Синфазно-противофазный кольцевой мост	21.02.2020
196.285	Малоразмерный направленный ответвитель	21.02.2020
196.375	Компактный направленный ответвитель	26.02.2020



Таблица 3

Делители мощности. Патенты США

Номер охранного документа	Наименование	Дата публикации
3.900.805 4.011.528	Directional Coupler for transmission Lines Semi-lumped Element Coupler	19.08.1975 08.03.1977
4.769.618 4.777.458	Distributed Power Combiner/Divider Thin Film Power Coupler	06.09.1988 11.10.1988
5.124.674 5.304.961	Lumped Element Directional Filter Impedance Transforming Directional Coupler	23.06.1992 19.04.1994
5.469.129	Impedance Transforming Three-port Power Divider/combiner using Lumped Elements	21.11.1995

Выводы

1. Проведён патентный поиск по теме «Делители мощности СВЧ» за 56 лет с 1966 по 2022 год;
2. Выявлены тенденции развития делителей мощности СВЧ;
3. Представлен список наиболее интересных изобретений для последующего анализа.

Список литературы:

1. Маттей Д.П., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. – М.: Связь, 1971. В двух томах. Том 1 – 440 с., том 2 – 496 с.
2. Шаров Г.А. Волноводные устройства сантиметровых и миллиметровых волн. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 640 с.
3. Сверхширокополосные микроволновые устройства. Под ред. Креницкого А.П. и Мещанова В.П. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с.
4. Устройства сложения и распределения мощности высокочастотных колебаний. Под ред. З.И. Моделя. – М.: Сов. Радио, 1980. – 295 с.
5. Печурин В.А., Петров А.С. Широкополосные кольцевые делители-сумматоры мощности СВЧ диапазона. LAP Lambert Academic Publishing. 2011. – 144 с.
6. Летавин Д.А. Миниатюризация делителей мощности УВЧ диапазона: монография. – М.: Издательский дом Академии Естествознания. 2022. – 138 с.
7. Гостев В.И., Конин В.В., Мацепура А.Л. Линейные многоканальные устройства СВЧ. Киев, Изд-во «Радиоаматор», 1997. – 315 с.
8. Летавин Д.А. Конструкции микрополосковых делителей мощности с уменьшенными размерами: монография. – М.: Издательский дом Академии Естествознания. 2023. – 92 с.
9. Губарев Д.Е., Зикий А.Н., Сперанская Г.В., Сташок П.А. Моделирование и экспериментальное исследование синфазного кольцевого делителя мощности. Инженерный вестник Дона, 2019, №4.
10. Андрианов А.В., Губарев Д.Е., Зикий А.Н., Сленчковский В.Г. Делитель мощности на основе 4-х шлейфного квадратурного моста. Инженерный вестник дона, 2018, №3.
11. Андрианов А.В., Зикий А.Н., Кочубей А.С., Литвинов М.С. Экспериментальное исследование синфазного делителя мощности дециметровых волн. В сб.: Компьютерные и информационные технологии в науке, инженерии и управлении (КомТех-2022). Материалы Всероссийской НТК. В двух томах. Таганрог, 2022, с.364 – 371.



12. Андрианов А.В., Зикий А.Н., Кочубей А.С., Ремпе А.Б. Делитель мощности СВЧ диапазона. В сб.: Человек, общество, технологии: актуальные вопросы взаимодействия. Сб. статей II МНПК. Петрозаводск, 2022, с. 58 – 67.

13. Отчёт о патентных исследованиях по теме «Делители мощности СВЧ». Шифр «Делитель». Таганрог, АО ТНИИС, 2025. (Научный руководитель Зикий А.Н.) – 195 с.

