

Корисна модель, що заявляється, відноситься до області радіотехніки, а більш конкретно, до антенної техніки, головним чином до слабо направлених антен кругової поляризації, у тому числі до спіральних антен.

Відома циліндрична спіральна антена осьового випромінювання, яка містить струмопровідну однозахідну циліндричну спіраль, приєднану до фідерної лінії живлення і розташовану над відбиваючим екраном [див., наприклад, Жук М.С., Молочков Ю.Б. Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств. - М., «Энергия», 1973. - С.157-167].

Характеристики випромінювання такої циліндричної спіральної антени обумовлені її геометричними параметрами: відносною довжиною витка спіралі; кроком або кутом намотування спіралі; числом витків. Взаємні співвідношення між геометричними параметрами [див. там же с.157-167] дозволяють порушити в циліндричній спіральній антені просторову хвилю типу T_1 , яка, у свою чергу, формує у напрямку осі антени поле випромінювання з еліптичною поляризацією.

Недоліком даної антени є погане узгодження (з коефіцієнтом стоячої хвилі біля 3) при живленні коаксіальним кабелем з хвильовим опором 50 Ом, який надзвичайно широко використовується в техніці надвисоких частот. Оскільки смуга робочих частот визначається не тільки характеристиками випромінювання антени, але і рівнем узгодження з кабелем живлення, то для живлення антени є необхідним узгоджувач пристрій, що ускладнює конструкцію, змушує смугу робочих частот і збільшує вартість антени.

Крім того, поляризація поля випромінювання даної антени є еліптичною (для однозахідних спіральних антен типовим є значення коефіцієнта еліптичності (далі - КЕ) в осьовому напрямі порядку 0.75-0.8), причому з відхиленням від осі антени КЕ зростає і для напрямів, відповідних рівню - 3дБ діаграми спрямованості, складає біля 0.5.

Відома також еліптична спіральна антена [див. патент України №38007 МПК⁸ H01Q11/08, 2001 – прототип], яка містить однозахідну циліндричну спіраль, відбиваючий екран, розташований перпендикулярно осі спіралі, і коаксіальний кабель з внутрішнім і зовнішнім провідниками. Спіраль виконана на еліптичному циліндрі, для якого відношення напівосей направляючої вибрано із співвідношення

$$0,895 \leq a/b \leq 0,905$$

де a і b - відповідно мала і велика напівосі еліптичної направляючої.

Недоліком даної антени є еліптична форма перерізу циліндричної поверхні, на якій розміщений спіральний провідник, оскільки вказаний допуск на профіль перерізу такої поверхні є достатньо жорстким (в діапазоні надвисоких частот він складає $8 \cdot 10^{-5} \dots 8 \cdot 10^{-6}$ м).

Крім того, використання еліптичного циліндра замість кругового для намотування спіралі рівнозначне заміні круглої рамки еліптичної, що приводить до зменшення КЕ в порівнянні з круговою циліндричною спіральною антеною.

У відомих циліндричних спіральних антенах [див. прототип і, наприклад Жук М.С., Молочков Ю.Б. Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств. - М., «Энергия», 1973. - С.157-167] параметри середовища розповсюдження змінюються стрибком на межі розділу спіралі і вільного простору, що приводить до відбивання електромагнітної хвилі від кінця спіралі. В результаті розподіл струму на останніх витках спіралі набуває вигляд стоячої хвилі, що приводить до падіння КЕ. Для коротких спіралей з числом витків менше 5...6 через порівняно малу електричну довжину провідника відбита хвиля має значну амплітуду протягом більшої частини спіралі. Це приводить до різких коливань КЕ і вхідного опору при зміні електричної довжини спіралі, тобто числа витків і/или частоти, що утрудняє отримання необхідних направлених властивостей при круговій поляризації, а також змушує робочу смугу частот.

В основу корисної моделі, що заявляється, покладено задачу підвищення енергетичного потенціалу і пропускної спроможності радіоканалу, ефективності використання частотного спектру і збільшення коефіцієнта корисної дії антенно-фідерного тракту.

Поставлена задача розв'язується в однозахідній спіральній антені, що містить однозахідну циліндричну спіраль, відбиваючий екран, розташований перпендикулярно осі спіралі, і коаксіальний кабель з внутрішнім і зовнішнім провідниками, тим, що спіраль антени виконана з півсферичними скінченнями, причому одне із скінчень сполучене з внутрішнім провідником коаксіального кабелю, при цьому число витків півсферичних скінчень вибрано в діапазоні від 1 до 4.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю істотних ознак корисної моделі, що заявляється, та технічним результатом, якого досягають, полягає в поліпшенні узгодження антени з коаксіальним кабелем живлення в робочій смузі частот за рахунок плавної трансформації типу електромагнітної хвилі в місці з'єднання коаксіального кабелю з циліндровою спіраллю шляхом введення півсферичного скінчення, а також в підвищенні чистоти поляризації поля випромінювання і розширенні робочої смуги частот циліндричної спіралі за рахунок її доповнення іншим півсферичним скінченням.

На Фіг.1 зображена однозахідна спіральна антена, що заявляється.

Однозахідна спіральна антена, що заявляється, містить однозахідну циліндричну спіраль 1, відбиваючий екран 2, розташований перпендикулярно осі 3 спіралі, і коаксіальний кабель 4 з внутрішнім 5 і зовнішнім 6 провідниками. Для узгодження антени з коаксіальним кабелем живлення 4 спіраль 1 антени виконана з півсферичним скінченням 7, яке сполучене з внутрішнім провідником коаксіального кабелю 4. Оскільки кут намотування циліндричної спіралі при роботі з хвилею T_1 звичайно складає 5...20°, а периметр витка рівний довжині хвилі в спіралі на центральній робочій частоті [див. Жук М.С., Молочков Ю.Б. Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств.- М., «Энергия», 1973. - С.157-167], то для забезпечення плавної трансформації типу електромагнітної хвилі число витків півсферичного скінчення 7 повинне бути не менше 1, а для плавного переходу від скінчення 7 до спіралі 1 - не більше 4. Для підвищення поляризаційної чистоти поля випромінювання кінець циліндричної спіралі 1 сполучений з півсферичним скінченням 8, аналогічним скінченню 7.

Однозахідна спіральна антена, що заявляється, наприклад, в режимі передачі, працює таким чином:

ТЕМ-хвиля, яка розповсюджується в коаксіальному кабелі 4, досягає півсферичного скінчення 7 і перетворюється в ньому на просторову хвилю типу T_1 . Скінчення 7 є трансформатором типу електромагнітної хвилі, виконаним у вигляді спірального хвильоводу змінного перерізу, який при вказаних параметрах скінчення 7 є плавним переходом від коаксіального кабелю 4 до однозахідної циліндричної спіралі 1. Цим досягається високий рівень узгодження (з коефіцієнтом стоячої хвилі не більше 1, 2) спіралі 1 з коаксіальним кабелем живлення 4 в смузі частот просторового резонансу хвилі T_1 .

Хвиля T_1 розповсюджується уздовж однозахідної циліндричної спіралі 1 і формує осьове випромінювання. В режимі просторового резонансу хвилі T_1 в спіралі 1 встановлюється розподіл струму, близький до хвилі, що біжить, при якому спіраль 1 володіє еліптичною поляризацією поля випромінювання. Наявність відбиваючого екрану дозволяє здійснити порушення просторової хвилі T_1 в однозахідній циліндричній спіралі 1 і ослабити випромінювання антени зовні осі.

Для підвищення поляризаційної чистоти поля випромінювання в антені, що заявляється, кінець циліндричної спіралі 1 сполучений з півсферичним скінченням 8, конструктивно виконаним у вигляді спірального хвильоводу на поверхні півсфери. Для скінчення 8 з вказаними параметрами зменшення діаметра спіралі відбувається плавно, що приводить до подавлення хвилі T_1 на кінцевій ділянці півсферичного скінчення 8, внаслідок чого в спіралі 1 відображеної хвилі практично немає. Розподіл струму на останніх витках циліндричної спіралі 1 набуває характеру хвилі, що біжить, що приводить до збільшення КЕ і розширення робочої смуги частот в порівнянні з прототипом. Для циліндричної спіралі 1 при збільшенні числа витків до 5...6 відбувається поступове збільшення КЕ і зберігається постійний вхідний опір, при числі витків спіралі 1 більше 5...6 поляризація залишається круговою (КЕ близько 0,95) і збільшується коефіцієнт направленої дії антени.

Таким чином, введення півсферичних скінчень 7 і 8 дозволяє одержати кругову поляризацію і разом з тим оптимальним чином вибрати конструктивні параметри антени для отримання необхідних напрямлених властивостей і вхідного опору. Висока якість узгодження в розширеній (щодо прототипу) смузі частот, що досягається за рахунок введення скінчення 7, забезпечує підвищення коефіцієнта корисної дії антенно-фідерного тракту і енергетичного потенціалу всього радіоканалу в цілому, а висока чистота поляризації антени, забезпечувана доповненням спіралі 1 скінченням 8, дозволяє використовувати в радіоканалі поляризаційне ущільнення, чим досягається підвищення ефективності використання частотного спектру. Загальним результатом, що досягається за рахунок введення скінчень 7 і 8, є помітне збільшення пропускну здатності радіоканалу.

