

Научная статья
УДК 621.396.67

АНТЕННЫ ДЛЯ ПРИЕМА И ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Елизавета Андреевна Рябчикова¹, Александр Витальевич Лубенцов²

^{1,2} Воронежский институт ФСИН России, Воронеж, Россия

¹ yalizaryab@gmail.com

² lubensov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются антенны для приема и передачи сигналов. Приводятся распространенные виды антенн сотовой связи.

Ключевые слова: антенны, сигнал, станция, частота, диапазон

Для цитирования: Рябчикова Е. А., Лубенцов А. В. Антенны для приема и передачи сигналов сотовой связи // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 615–619.

Original article

ANTENNAS FOR RECEIVING AND TRANSMITTING CELLULAR SIGNALS

Elizaveta A. Ryabchikova¹, Alexander V. Lubentsov²

^{1,2} Voronezh Institute of FSIN of Russia, Voronezh, Russia

¹ yalizaryab@gmail.com

² lubensov@mail.ru

Abstract. The article deals with antennas for receiving and transmitting signals. Common types of cellular communication antennas are given.

Key words: antennas, signal, station, frequency, range

For citation: Ryabchikova E. A., Lubentsov A. V. (2025) Antennny dlya priema i peredachi signalov sotovoj svyazi [Antennas for receiving and transmitting cellular signals]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 615–619. (In Russ).

В настоящее время достаточно широко используются смартфоны, планшеты и мобильные телефоны. Они могут выступать в качестве компьютера, так как способны принимать и передавать радиоволны. Современный смартфон излучает сигналы до 35 км в направлении ближайшей базовой станции и принимает ответные сигналы. Антенны влияют на качество связи как в самих устройствах, так и на базовых станциях, с которыми ведутся процессы приема и передачи. На базовых станциях установлены антенны (рис. 1).

Основные характеристики антенн:

1. Рабочий диапазон частот, т. е. частотный диапазон, который антенна способна принимать и излучать.

2. Диаграмма направленности — показывает направления излучения сигнала.

3. Поляризация — определяет плоскость излучения сигнала.

4. Коэффициент направленного действия — это отношение мощности сигнала в определенном направлении к мощности и при всенаправленном излучении.

5. Коэффициент усиления — учитывает потерю сигнала в компонентах антенны.

6. Эффективная изотропно-излучаемая мощность — это мощность, которую должна генерировать всенаправленная антенна для достижения того же уровня сигнала [1].

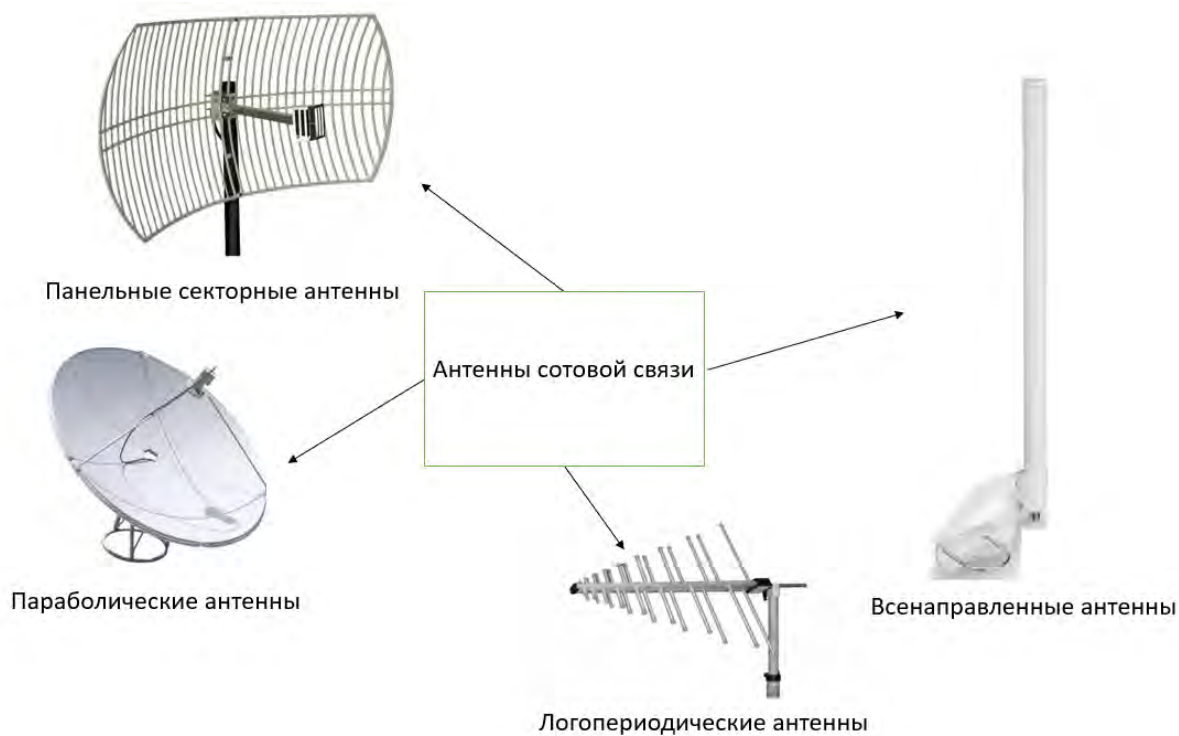


Рис. 1. Антенны сотовой связи

Также учитываются физические характеристики, такие как вес и форма антенны.

Одним из типов антенн, используемых для радиосвязи между мобильной и базовой станцией, является всенаправленная (ОМНИ) антенна. В отличие от секторных антенн, она не имеет предпочтительного направления излучения и распространяет радиосигнал равномерно во всех направлениях, что создает круговую диаграмму направленности.

Всенаправленные антенны часто называют штыревыми и представляют собой металлический стержень в пластиковом или конусообразном корпусе. Конструкция может варьироваться в зависимости от места установки, но это не влияет на их характеристики.

Omnі-антенны обеспечивают меньшее покрытие по сравнению с панельными антеннами, так как сигнал распространяется во всех направлениях, однако их зона охвата может достигать десятков квадратных километров.

Панельные антенны являются основными в сотовой связи и предназначены для создания покрытия в определенной области (рис. 2). Они излучают сигнал к мобильным устройствам и принимают его от них. Антенная решетка состоит из вертикально расположенных диполей, обычно организованных в два столбца, что позволяет улучшить качество сигнала в направлении uplink благодаря пространственному горизонтальному разнесению. Каждый столбец подключается к отдельному входу оборудования базовой станции [2].

Диполи могут быть установлены с различной поляризацией: вертикально, горизонтально или под углом 45 градусов. Для повышения качества сигнала также используется поляризационное разнесение, при котором сигнал принимается через две антенны с взаимно перпендикулярной поляризацией. Решетки могут объединяться в один корпус, предлагая разные варианты поляризации и наклона.



Рис. 2. Антенная решетка панельных антенн

В настоящее время существует множество типов панельных антенн, отличающихся диаграммой направленности (30–90 градусов). На базовых

станциях часто используются антенны, работающие сразу в нескольких диапазонах, для этого разработаны совмещенные антенны с различными комбинациями поляризации и угла наклона, что создает множество вариантов. Например, 900 и 1800 МГц или 3G на 2100 МГц.

Параболические антенны используются для организации транспортных каналов в радиорелейных линиях (РРЛ) и реже в спутниковых системах (рис. 3). Они состоят из параболического зеркала и излучателя, расположенного в фокусе. Все лучи, попадающие на зеркало, фокусируются в этой точке, обеспечивая узкую диаграмму направленности. Конструкция антенн варьируется в зависимости от частотного диапазона, мощности и расстояния между объектами [3].



Рис. 3. Внешний вид параболической антенны

Логопериодические антенны — распространенный тип, способный принимать и передавать сигналы в широком диапазоне частот (рис. 4). Они используются для приема телевизионного сигнала и как донорные антенны в репитерах для сотовой связи, охватывая диапазоны 900, 1800 и 2100 МГц. Их диаграмма направленности промежуточная между панельной и параболической, что позволяет поддерживать связь с базовыми станциями на расстоянии нескольких километров [4].

Параболические антенны также помещаются в защитные корпуса, а их диаметр может варьироваться от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров, при этом частота будет лежать в диапазоне 3–40 ГГц. Увеличение длины РРЛ пролета влечет за собой возрастание диаметра антенны и снижение частоты.



Рис. 4. Внешний вид логопериодической антенны

Внешне антенна состоит из горизонтального стержня с перпендикулярными вибраторами, длина и расстояние между которыми уменьшаются по логарифмическому закону. Рабочий диапазон частот определяется длиной вибраторов и может достигать десятков ГГц. Антенна может быть защищена пластиковым корпусом.

Антенны для сотовой связи играют ключевую роль в обеспечении качественной связи, позволяя устройствам взаимодействовать с базовыми станциями на больших расстояниях [5]. Их эффективность зависит от конструкции, расположения и технологий.

Список источников

1. Бабков В. Ю., Вознюк М. А., Михайлов П. А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование : учебное пособие. М. : Горячая линия – Телеком, 2013. 222 с.
2. Быховский М. А. Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу. Развитие спутниковых телекоммуникационных систем : учебное пособие. М. : СИНТЕГ, 2014. 436 с.
3. Величко В. В., Попков Г. В., Попков В. К. Модели и методы повышения живучести современных систем связи. М. : Высшая школа, 2014. 272 с.
4. Григорьев Ю. Г. Алгоритмы радиобиологии. Атомная радиация, космос, звук, радиочастоты, сотовая связь. М. : Экономика, 2015. 266 с.
5. Лубенцов А. В., Душкин А. В. Комплексные системы безопасности: системный анализ, архитектура, управление жизненным циклом. Воронеж : Научная книга, 2022. 254 с.