



**Рекомендации по выбору и
монтажу антенн**

Инструкция

11.2024

Содержание

1 Места установки антенн	4
1.1 Общие рекомендации.....	4
1.2 Установка антенн на магнитном основании или на кронштейне.....	4
1.3 Установка антенн на самоклеящемся основании.....	5
2 Дальность связи и влияние препятствий	6
3 Рекомендации по высокочастотным кабелям	7
4 Типы антенн.....	8
5 Рекомендуемые типы антенн	9
6 Рекомендации для антенн ГЛОНАСС/GPS.....	10

Настоящая инструкция содержит сведения, необходимые для правильного выбора, условий оптимальной установки и монтажа антенн.

Обратите повышенное внимание на инструкции, которые следуют за знаками:



ВНИМАНИЕ! ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНО



важно



обязательно к исполнению

При проведении работ по монтажу должны соблюдаться требования ГОСТ 12.2.007.0-75, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».



К работам по монтажу допускаются лица, специально обученные для работы с напряжением до 1000 В и изучившие настоящую инструкцию.



ВНИМАНИЕ! ВСЕ РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С МОНТАЖОМ, ДОЛЖНЫ ПРОИЗВОДИТЬСЯ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОЙ СЕТИ.

1 Места установки антенн

1.1 Общие рекомендации

Антенны должны устанавливаться как можно выше, в местах, равноудаленных от близко находящихся препятствий (до нескольких метров). При наличии с разных сторон антенны металлических и неметаллических (нетокопроводящих) препятствий сравнимого размера рекомендуется устанавливать антенну дальше от металлических препятствий.



Не допускается наличие каких-либо предметов любого размера в непосредственной близости от антенн, на расстоянии до 1 м.

При использовании оборудования с антеннами, подключаемыми непосредственно в антенный соединитель на корпусе оборудования, без кабеля, рекомендуется располагать оборудование по рекомендациям выше.

В связи с изменением условий приема при эксплуатации систем (ввод новых базовых станций, строительство или снос зданий на пути распространения и т.п.), рекомендуется использовать ненаправленные антенны. Использование направленных антенн рекомендуется только в тяжелых условиях приема, когда достичь устойчивой связи другими способами невозможно.

В случае размещения нескольких единиц оборудования в непосредственной близости друг от друга и связи по радиоканалу, качество связи между ними может ухудшиться из-за слишком большого уровня сигнала. В таких случаях рекомендуется разнесение антенн на расстояние более 1 м друг от друга.



При монтаже антенн на открытом воздухе, должны быть приняты меры по грозозащите объектов и металлических конструкций, на которые монтируются антенны.

1.2 Установка антенн на магнитном основании или на кронштейне

При использовании антенн на магнитном основании или на кронштейне, они должны располагаться на металлической поверхности, перпендикулярной штырю антенны. Как правило, если в проектной документации или рекомендациях не указано иное, антенны должны располагаться штырем вертикально вверх.

Площадь металлической поверхности должна быть максимально возможной, но не менее 20* 20 см. Металлическая поверхность может быть не сплошной, иметь отверстия, представлять собой сварную конструкцию и т.п.

Пример установки антенны на магнитном основании приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пример установки антенны на магнитном основании, установка на металлический распределительный шкаф с установленными внутри счетчиками

1.3 Установка антенн на самоклеящемся основании

При использовании антенн на самоклеящемся основании, они должны располагаться на нетокопроводящей поверхности, рекомендуемая направленность – кабелем вниз.

При известном расположении источника сигнала (базовая станция сотовой сети, координатор сети, УСПД и т.п.), рекомендуется выбирать поверхность для наклеивания так, чтобы лицевая сторона антенны была направлена на источник сигнала.

Пример установки антенны на самоклеящемся основании приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Пример установки антенны на самоклеющемся основании, пластиковый шкаф с врезной металлической панелью учета

2 Дальность связи и влияние препятствий

При распространении радиосигнала дальность связи прямо пропорциональна мощности передатчика и усилению антенн.

С ростом частоты сигнала и скорости передачи данных дальность связи уменьшается. При одинаковых условиях дальность связи в диапазоне 433 МГц в 2 раза больше, чем 868 МГц и в 5,5 раз больше, чем 2400 МГц.

С повышением частоты радиосигнала на дальность связи сильнее оказывает влияние состояние атмосферы (дождь, снег, туман), особенно влияние сказывается в диапазоне 2400 МГц.

Ориентировочные значения затухания радиосигнала в различных средах для различных частотных диапазонов приведены в таблице 1. Приведенные значения получены в результате обобщения после поиска в свободных источниках.

Таблица 1 – Затухание сигнала в различных средах

Препятствие/Диапазон	433 МГц	868 МГц	2400 МГц
Стеклопанель перегородки	1 дБ	1 дБ	2 дБ
Деревянная стена	3-5 дБ	4-6 дБ	10 дБ

Препятствие/Диапазон	433 МГц	868 МГц	2400 МГц
Межкомнатная стена, кроме железобетона	3-5 дБ	4-7 дБ	10-15 дБ
Кирпичная стена «в кирпич»	3-5 дБ	5-7 дБ	15-20 дБ
Несущая железобетонная стена, железобетонный пол/потолок	15-20 дБ	20-30 дБ	25-35 дБ

Радиоволны диапазонов 433 и 868 МГц характеризуются способностью огибать одиночные препятствия (дифракцией), то есть небольшие препятствия на пути распространения радиоволн, например, проходящий человек, или отдельно стоящее дерево вносят несущественное затухание на пути радиосигнала. При этом в диапазоне 2400 МГц радиосигнал распространяется прямолинейно, дифракция практически отсутствует. Любое локальное препятствие при слабом сигнале приводит к сильному ухудшению связи в диапазоне 2400 МГц.

Увеличение дальности может быть достигнуто применением антенн с большим коэффициентом усиления, в том числе направленных и уменьшением затухания в кабеле (применение более качественного кабеля минимальной длины).

Примерное влияние уровня сигнала или значения затухания на качество связи приведено в таблице 2. За условный ноль взяты граничные условия связи без потерь. Исходя из данных таблицы 2, применение антенны с высоким коэффициентом усиления может изменить качество связи на одну «ступень», например, от плохого до удовлетворительного. Аналогично, вынос антенны на кабеле длиной 5 м может снизить качество связи на одну «ступень» за счет потерь в кабеле.

Таблица 2 – Влияние усиления и затухания на качество связи

Уровень сигнала	Качество связи
Условный ноль, граница связи без потерь	идеальное
0...-5 дБ	хорошее, до 5% потерь
-5...-10 дБ	удовлетворительное, до 15% потерь
-10...-15 дБ	плохое, потери до 50%
-15 и менее	нет связи, потери более 50% и более

3 Рекомендации по высокочастотным кабелям

При использовании выносных антенн, подключаемых к устройству с помощью кабелей, рекомендуется выбирать и использовать антенны с минимально возможной длиной кабеля и максимально возможным диаметром кабеля.

Рекомендуемое значение затухания в кабеле от устройства до антенны – не более 2 дБ. В связи с этим не рекомендуется использование кабелей класса RG-174 длиной более 5 м, особенно для устройств LTE, Zigbee, WiFi.

Зависимость затухания сигнала от длины кабеля для двух наиболее распространенных типов кабеля приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Затухание сигнала в кабеле

Диапазон	433 МГц	868 МГц	2400 МГц
Кабель RG-174	0.6 дБ/м	1.0 дБ/м	1.17 дБ/м
Кабель RG-58U	0.25 дБ/м	0.35 дБ/м	0.65 дБ/м

При наличии излишков кабеля не рекомендуется скручивание кабеля в бухты плотно виток к витку, особенно для тонких кабелей класса RG-174.

Рекомендуется закрепление кабеля от антенны до оборудования пластиковыми стяжками на несущих конструкциях каждые 20-30 см. Категорически не допускается сдавливание и деформирование кабеля стяжками, это приводит к резкому ухудшению характеристик антенного тракта и падению дальности связи.

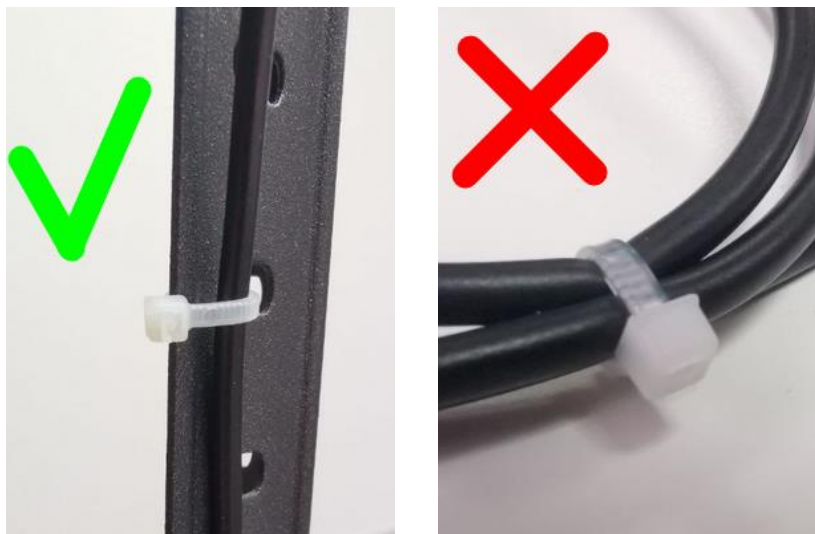




Рисунок 3 – Правильное и неправильное использование стяжек

-  Не допускается укорочение кабелей и самостоятельный монтаж антенных соединителей на кабель персоналом, не имеющим навыка работы с высокочастотным оборудованием, а также без применения специнструмента.
-  Не допускается сборка антенного кабеля из нескольких кусков.

4 Типы антенн

Применяемые в системах промышленной автоматизации антенны различаются по способу монтажа, по диапазонам частот, по диаграмме направленности и коэффициенту усиления, по типам кабелей и соединителей.

В общем случае при выборе антенн следует придерживаться принципа «чем больше размеры антенны и толще кабель – тем лучше».



Имеющиеся в свободной продаже антенны различных частотных диапазонов могут выглядеть одинаково, но иметь разные технические характеристики. Следует обращать внимание на упаковку и сопроводительную документацию антенн и не допускать смешивания различных антенн в местах хранения.

В случае утери упаковки или сопроводительной документации не рекомендуется принятие решения о назначении антенны по критерию «работает – не работает», рекомендуется отправка образцов антенны в испытательную лабораторию.

Все антенны характеризуются, кроме рабочего диапазона частот, параметрами «коэффициент усиления» и «коэффициент стоячей волны (КСВ)». Коэффициент усиления показывает, насколько излучение антенны в заданном направлении больше, чем у идеальной антенны, равномерно излучающей во всех направлениях. Коэффициент усиления выражается в единицах dBi (иногда ошибочно указывается в dB). Типовые коэффициенты усиления для различных типов всенаправленных антенн:

- от 2 до 4 dBi для компактных штыревых антенн, подключаемых без кабеля, непосредственно в антенный соединитель на корпусе оборудования;
- от 2 до 4 dBi для антенн на самоклеящемся основании;
- от 3 до 6 dBi для штыревых антенн на магнитном основании или на кронштейне при размерах проволочного штыря антенн 20-50 см;
- до 12-15 dBi для штыревых антенн при размерах проволочного штыря антенн до 1 м;
- до 12-15 dBi для штыревых антенн в пластиковом объемном корпусе диаметром от 3 до 10 см и длиной до 1 м.

Как правило, всенаправленные антенны с заявленным коэффициентом усиления более 12 dBi имеют указанный коэффициент усиления только в одном частотном диапазоне. Например, антенна LTE с усилением 15 dBi может иметь коэффициент усиления 10 dBi в диапазоне 900 МГц, 15 dBi в диапазоне 1800 МГц и 9 dBi в диапазоне 2600 МГц. При проектировании системы связи следует обращать внимание на данные параметры в документации производителя.



Отсутствие указаний о частотной зависимости коэффициента усиления для широкополосных антенн с коэффициентом усиления более 10 dBi, как правило, означает низкое качество антенн, подобные антенны к применению не рекомендуются.

При необходимости использования антенн с коэффициентом усиления более 15 dBi следует использовать направленные антенны, или изменять проектные решения в части системы связи.

Параметр антенны КСВ показывает какую часть поданной на антенну мощности антенна эффективно излучает в эфир. КСВ антенны зависит от частоты. Приемлемое значение КСВ для узкополосных антенн – не более 2, для широкополосных антенн – не более 3 (не более 4 на отдельных частотах широкополосного диапазона).

5 Рекомендуемые типы антенн

Все антенны, используемые совместно с оборудованием МИРТЕК, должны иметь соединитель SMA-M (вилка). Антенны, используемые совместно с модулями МИРТЕК-МС, должны иметь угловой соединитель SMA-M, показанный на рисунке 4.



Рисунок 4 – Антенна и кабель с угловыми соединителями

Антенны, применяемые для каналов связи диапазонов 433 МГц, 868 МГц, 2400 МГц (Zigbee, WiFi) рекомендуется выбирать узкополосные, на соответствующий частотный диапазон.

Антенны, применяемые для каналов связи GSM, NBIOT, LTE необходимо выбирать широкополосные, с рабочими поддиапазонами частот:

- 790...960 МГц;
- 1805...1980 МГц;

- 2100...2170 МГц;
- 2500...2690 МГц.

Допускается использование широкополосных антенн LTE в качестве антенн диапазонов 868 МГц и 2400 МГц при условии, что производитель антенн предоставляет соответствующие технические данные и параметр КСВ на рабочей частоте не превышает 3.



В связи с непрерывным изменением используемых технологий связи, не рекомендуется для каналов связи GSM применение антенн, рассчитанных только на диапазоны 900/1800.

Рекомендуемые для применения типы антенн приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемые типы антенн

ТИП/Диапазон	433 МГц	GSM, NB-IOT, LTE 2400 МГц (Zigbee, WiFi) 868 МГц
Штыревые угловые	Антенна угловая MT-433-S-4.0-SMAJW (МИРТЕК)	Антенна угловая MT-U-S-4.0-SMAJW (МИРТЕК)
Выносные на магнитном основании	Антенна выносная MT-433-M-5.0-L*- SMAJW (МИРТЕК)	Антенна выносная MT-U-M-5.0-L*-SMAJW (МИРТЕК)
Выносные на самоклеящемся основании	Антенна BY-433-05 (Beyondoor)	Антенна выносная MT-U-P-3.0-L*-SMAJW (МИРТЕК) Антенна BY-3G-05 (Beyondoor, только GSM)
Выносные с высоким усилением	Антенна BY-433-W09 (Beyondoor, направленная)	Антенна BY-LTE-17 (Beyondoor) Антенна Антей 2600 (Антей) Антенна АКЛ-34, Антенна АКЛ-43 (АК Лопатин) Антенна Антей 906 (Антей, только GSM) Антенна AX-2408R (Антекс, только 2400 МГц)
*Примечание – L – длина кабеля в метрах, например, 3.0-L – длина кабеля 3 м		

6 Рекомендации для антенн ГЛОНАСС/GPS

Для приема сигналов точного времени от глобальных навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, должны использоваться специализированные антенны. Как правило, антенны навигационных систем являются активными, питание антенны поступает непосредственно от оборудования с приемником GPS.

Для обеспечения уверенного приема антенны навигационных систем должны устанавливаться на открытом пространстве, на металлическую поверхность размером не менее 10-15 см. В месте установки антенны должны отсутствовать объекты, закрывающие или отражающие сигналы от спутников (стены, решетки, металлоконструкции и т.п.).

Подключение антенн навигационных систем должно выполняться антенным кабелем без использования удлинителей, рекомендуемая длина кабеля – не более 5 м.