

Антенна на дачу

С.Н. Песков, директор ГК «ПиТРИ», к.т.н.,
Е.Н.Мельникова, маркетолог ГК «ПиТРИ»

На форуме журнала «Телеспутник» с постоянной регулярностью возникает вопрос по выбору антенны на дачу. Одновременно с этим неизбежен также вопрос по выбору и мачтового усилителя. В настоящей публикации рассматриваются эти вопросы в совокупности с точки зрения обеспечения максимальной дальности приема как аналоговых, так и цифровых сигналов. Публикация ориентирована на широкий круг читателей, поэтому вывод формул отсутствует.

Наступил летний сезон и многие дачники озадачены вопросом установки или модернизации уже существующего эфирного антенного комплекса. Актуальность рассмотрения данной темы объясняется еще и тем фактом, что в настоящий момент активно внедряется цифровое эфирное вещание (DVB-T2) без отключения аналоговых каналов.

При построении приемного антенного комплекса концентрируется внимание на выборе наиболее «дальнобойной» антенны и на выборе мачтового усилителя. Попытаемся дать ответы в виде практических советов, используя минимальное количество формул.

Диапазоны частот. Практически по всей России вещание ведется во всех трех отведенных частотных диапазонах: МВ1,II (48-100 МГц), МВIII (174-230 МГц) и ДМВ (470-790 МГц). Появляющееся DVB-T2 вещание (1 или 2 мультиплекса или пакета), как правило, ведется в диапазоне ДМВ. При этом следует отметить важный факт, что в первый мультиплекс вошли все программы, вещаемые в диапазонах МВ. Это говорит о том, что в данный момент времени не имеет практического смысла устанавливать громоздкие антенны диапазонов МВ. Такие антенны требуют не только установки мачты, но и обладают вдобавок значительной ветровой нагрузкой. С появлением цифрового DVB-T2 вещания вполне достаточно установить только одну качественную антенну ДМВ. В большинстве случаев ее удастся крепить на обычный кронштейн. При плохих условиях приема ставить мачту все-таки приходится с целью подъема антенны как можно выше, т.к. именно подъем антенны приносит основной успех в увеличении уровня сигнала.

Выбор антенны. Известно, что дальность приема (или качество приема) пропорциональна коэффициенту усиления антенны - $K_{пр}$. Так, каждому увеличению коэффициента усиления антенны на 6 дБ позволяет увеличить дальность приема в 2 раза. Для диапазона ДМВ этот критерий является основным при выборе антенны. Вторым критерием являются конструктивные особенности: удобство установки, габариты, ветровая нагрузка, тип покрытия, влияющего на долговечность параметров и т.п. Остановимся на выборе типа антенны более подробно, т.к. это является наиболее важным моментом при построении индивидуального приемного антенного комплекса. В табл. 1 представлены параметры наиболее популярных антенн московского региона для удаленного приема, а в табл.2 – для ближних и средних зон приема.

Таблица 1

Производитель	Fagor	Televes	Ikusi	Alcad	Fuba
Модель	Rhombus	DAT75 HD	HDT-518V	NEO-085	ANT-900
Активность (наличие встроенного усилителя)	+/-		-		
Диапазон рабочих частот, МГц	470-790	470-862			
Тип подключения	F-коннектор (гнездо), 75 Ом				
Коэффициент возвратных потерь, дБ	>10	н/д	>10		
Коэффициент усиления, дБ: - по верхнему каналу (к.69)	17	19	17,5	18	16.5

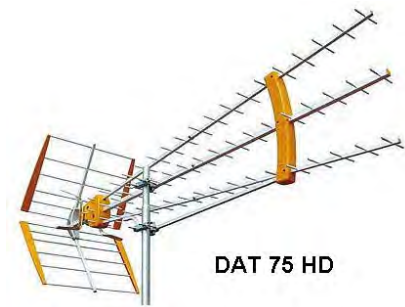
- по нижнему каналу (к.21)	13	н/д	12	13	12
Интегральный коэффициент усиления, дБ	15,0	н/д	14,75	15,5	14,25
Количество элементов	н/д		24	42	46
Коэффициент защитного действия, дБ	>24	н/д	>20	>32	>28
Ширина диаграммы направленности, град	25	30	25-55	30	н/д
Коэффициент усиления в активном режиме, дБ	34	31	-		
Номинальный уровень входного сигнала для активного режима, дБмкВ	<76	<75	-		
Напряжение питания антенного усилителя, В	12-24		-		
Ток потребления антенного усилителя, мА	45	40	-		
Коэффициент шума антенного усилителя, дБ	2		-		
Ветровая нагрузка, N	65	141	105	125	н/д
Класс защиты	IP65	н/д	н/д	IP55	IP55
Габариты, см	98x58x56	н/д	107x52x65	116x56x58	110x52x58
Масса, кг	2,1	н/д	3,2	3,5	1,5

Таблица 2

Производитель	Ikusi	Fuba	Локус
Модель	HDT-510V	ANT-100	L710.05D
Диапазон рабочих частот, МГц	470-862		
Импеданс, Ом	75		
Тип подключения	F-коннектор (гнездо)		под зажим
Коэффициент возвратных потерь, дБ	>10		
Коэффициент усиления, дБ	8,5-12	7,5-11	8-12
Коэффициент защитного действия, дБ	>16	>22	>14
Ширина диаграммы направленности, град	60	н/д	
Ветровая нагрузка, N	15	н/д	
Габариты, см	30x53x20	59x56x53	30x53x11,5
Масса, кг	0,8	0,9	0,5

Практические испытания антенн. Сравнительные испытания антенн проводились в одной точке, в одно время и с одними и теми же кабелями и измерительным прибором.

DAT 75 HD (Televes, Испания) – испытания этой активной антенны не проводились. В русскоязычной рекламе заявлено, что антенна комплектуется «самоадаптируемым» усилителем, позволяющим выровнять уровни сигналов по разным каналам. Разумеется, что такого не может быть по определению. Поканальное выравнивание уровней сигналов возможно только при наличии канальных фильтров (как минимум). Есть и второй способ – это использование усилителя-ограничителя. Однако такой усилитель будет абсолютно непригодным для усиления аналоговых каналов. Поэтому, такая русскоязычная реклама сыграла весьма отрицательную роль в нашем понятии.



Более того, заявленный коэффициент усиления мачтового усилителя в 12 дБ на наш взгляд немного маловат. Желательно иметь усиление порядка 15-25 дБ. Хотя и заявленные 12 дБ для DVB-T2 сигналов при индивидуальном приеме во многих случаях является достаточным.

Данный тип антенны обладает максимальной ветровой нагрузкой (парусностью) из всех типов сравниваемых антенн, что не очень желательно при индивидуальном приеме, но не играет принципиального значения для коллективных СКТ.

Судя же по отзывам тех, кто ее реально устанавливал, антенна пользуется хорошими потребительскими свойствами. Отрицательные нарекания практически отсутствовали. Но никто ни разу не слышал и не видел практически никакого выравнивания уровней сигналов между каналами.

Rhombus (Fagor, Испания). Испытания оставили очень приятные впечатления. Эстетичный внешний вид, сборка предельно проста и отнимает не более 2-х минут, отличная жесткость. В эту антенну по существу встроен такой же усилитель, как и в антенну от Televes, но с коэффициентом усиления в 17 дБ (что более практично). Антенна в пассивном режиме работы показала отличные уровни сигналов в сравнении с другими типами антенн. Стоит только подать питающее напряжение в пределах 12-24 В, как антенна становится активной (с дополнительным усилением в 17 дБ). Изменение питающего напряжения в пределах 10-27 В не показало каких-либо отклонений в уровне сигналов по любому из каналов (испытания проводились по всем каналам, вещаемых с ТЦ «Останкино»). Более ровный коэффициент усиления антенны объясняется тем фактом, то она работает в ограниченном диапазоне частот (до 790 МГц), т.е. ее вибраторы настроены на более низкие частоты. Сам мачтовый усилитель убран в герметичный (но пластмассовый!) отсек.



Справедливости ради надо отметить, что на упаковочной коробке по аналогии с Televes имеется рекламная фраза: Self Adapting (самоадаптация). Однако ни в каталоге, ни в паспорте на антенну об этом нет ни слова. При официальном запросе в Испанию поступил логичный ответ, что на эту рекламную фразу не следует обращать внимания. Там установлен обычный широкополосный усилитель с отрицательной обратной связью (для выравнивания АЧХ). Испытания на 6 образцах показали, что неравномерность АЧХ встроенного усилителя составляет около $\pm 1,5$ дБ. На одном усилителе был зафиксирован коэффициент усиления 8 дБ вместо заявленных 17 дБ.

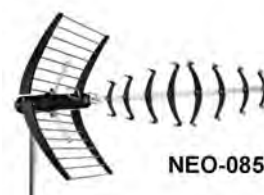
Из всех видов антенн данный тип оставил наиболее приятное впечатление по совокупности параметров.



приемом.

HDT 518V (Ikusi, Испания). Хороший дизайн, прочность конструкции, хорошее качественное хромированное покрытие вибраторов. Нареканий к антенне нет. Уровни сигналов сравнимы со всеми другими испытываемыми типами антенн. Антенна может быть рекомендована для всех условий приема, а в сочетании с внешне подключаемым мачтовым усилителем – для зон с неуверенным

NEO-085 (Alcad, Испания). Внешне создает впечатление самой «крутой антенны». Если антенны от Televes, Fagor и Ikusi как бы конструктивно «слизаны» друг у друга, то данная антенна явно отличается по конструктиву. Сборка антенны более сложна, но надежность крепления элементов восхищает. Антенна может быть рекомендована как



для коллективных СКТ, так и для индивидуального приема.



ANT-900 (Fuba, Германия). В паспорте указано, что это антенна белорусского производства и даже указан адрес. Проверка показала, что по такому адресу нет никакого производства. Скорее всего, это антенна китайского производства. Тем не менее, при своей невысокой стоимости, она показывает не плохие результаты измерений. Дизайн и качество исполнения совсем немного проигрывают выше рассмотренным антеннам. Так что антенна вполне может быть рекомендована в качестве дальнобойной.

Также кратко рассмотрим антенны для ближней и средней зон приема (см. табл.2).

HDT-510V (Ikusi). Если кратко, то просто замечательная антенна! По своему конструктивному решению она должна обладать коэффициентом усиления в 6 дБ. Но при испыта-



ниях она действительно показала заявленный коэффициент усиления никак не меньше 10-12 дБ (оценка методом сравнения). Малые габариты при высоком коэффициенте усиления и отличном дизайне позволяют использовать ее в ближней зоне (например, на балконе) и в средней зоне до 25-30 км. А в сочетании с мачтовым усилителем практический радиус покрытия составил до 45-50 км (Москва).



ANT-100 (Fuba, Германия). Как уже отмечалось выше, скорее всего, это китайское производство, а не белорусское. Измерения показали соответствие заявляемым параметрам. Но конструктив оставляет желать явно лучшего. Слабая и разболтанная конструкция. Направляющие директоры и сам вибратор фиксируются плохо. При порывах ветра все конструктивные элементы смещаются со своих посадочных мест и вибрируют. Основное достоинство – низкая стоимость в сравнении с другими типами антенн.

L710.05D (Локус, Россия). Конструктив такой антенны в России известен очень давно. Такие антенны иногда называют «польскими» (из Польши шли первые поставки 20 лет назад) или «народными», за счет их массовости распространения по России в пассивной и активной версиях. Достоинство – довольно высокие эксплуатационные показатели при низкой стоимости. Недостаток – отсутствие покрытия на алюминиевых прутках, отсутствие должной жесткости. Уже через 1-2 года эксплуатации, такая антенна выглядит малопривлекательно.



Активная или пассивная антенна? Такой вопрос всплывает постоянно для антенн индивидуального использования. В активной антенне мачтовый усилитель уже встроен и при удачном согласовании позволяет получить максимально возможное отношение сигнал/шум (C/N) за счет отсутствия промежуточного устройства (из 300 Ом антенны в 75-омный тракт передачи) с потерями порядка 1 дБ.

Основной недостаток активных антенн – отсутствие системы грозозащиты, в силу чего довольно часто встроенные мачтовые усилители выходят из строя. Если же дом оборудован надежной системой грозозащиты, а сама антенна заземлена (особенно нижний конец кабельного спуска), то такие антенны служат долго и надежно.

Внешне подключаемый мачтовый усилитель позволяет осуществить его выбор по тому или иному критерию (усиление, коэффициент шума и максимальный уровень выходного сигнала), а также включить недорогую систему грозозащиты с F-коннекторами (например, от «Телемак», которая показывает хорошую надежность).

Так что тут однозначного ответа быть не может. Мнение авторов статьи склоняется в пользу внешне подключаемого мачтового усилителя в комплекте с системой грозозащиты.

Выбор мачтового усилителя. Выбор мачтовых усилителей довольно широк. Остановимся на его основных критериях выбора.

Коэффициент усиления. Не следует выбирать мачтовый усилитель с большим коэффициентом усиления. Основное назначение мачтового усилителя – это компенсация потерь в кабеле снижения с запасом в 5-8 дБ. Повышенный коэффициент усиления может вызвать перегрузку усилителя (возникнут недопустимые интермодуляционные искажения). Рекомендуемый коэффициент усиления: 15-20 дБ.

Диапазон рабочих частот. Не следует устанавливать широкополосный (47-862 МГц) мачтовый усилитель. Нужно выбирать усилитель, рассчитанный для работы только в диапазоне ДМВ. Дело в том, что на антенну ДМВ также наводятся и мощные сигналы МВ диапазонов, которые вызывают ненужную дополнительную нагрузку усилителя по числу усиливаемых каналов.

Коэффициент шума. Этот критерий не вызывает ни у кого разногласий. Все знают, что чем меньше коэффициент шума, тем лучше. Хороший мачтовый усилитель должен обладать коэффициентом шума F не более 3 дБ. Пока же отметим, что отношение сигнал/шум (C/N) на выходе мачтового усилителя не зависит от его коэффициента усиления и для диапазона ДМВ при приеме DVB-T2 сигналов определяется по формуле ($\Pi = 7,61$ МГц):

$$C/N_{[дБ]} = U_{A[дБмкВ]} - a_{[дБ]} - F_{[дБ]} - 3,7. \quad (1)$$

Здесь U_A – уровень сигнала на выходе антенны по испытываемому каналу и a – потери в кабеле снижения (между антенной и мачтовым усилителем).

Например, при уровне сигнала на выходе антенны $U_A = 38$ дБмкВ, потерях в кабеле снижения $a = 2$ дБ и коэффициенте шума $F = 2,5$ дБ, реализуемое значение C/N составит 29,8 дБ.

Максимальный уровень выходного сигнала. Для усилителей ДМВ диапазона указывают максимальный уровень выходного сигнала U_{max} при двухчастотном воздействии только для интермодуляционных искажениях третьего порядка $IMD3 = 60$ дБ. Интермодуляционные искажения второго порядка ($IMD2$) для таких усилителей отсутствуют принципиально, так как ширина полосы диапазона ДМВ менее октавы ($f_{max}/f_{min} = 862/470 = 1,83 < 2$).

В настоящее время в диапазоне ДМВ, как правило, работают не менее 10 каналов, как аналоговых, так и цифровых. В этот переходный период мачтовые усилители ДМВ диапазона испытывают значительную энергетическую нагрузку, а уровни сигналов могут отличаться друг от друга на 20 дБ и больше. Реальный уровень входного одноканального эквивалентного воздействия на входе усилителя при N каналах с разными уровнями сигналов определяется как суммарная мощность и рассчитывается по формуле:

$$U_{\Sigma} = 10 \lg(10^{U_1/10} + 10^{U_2/10} \dots + 10^{U_N/10}). \quad (2)$$

Если принять, что все уровни сигналов по всем каналам одинаковы, то эквивалентный входной сигнал составит:

$$U_{\Sigma} = U + 10 \lg(N). \quad (3)$$

Например, если в эфире 8 каналов с уровнями: 86, 84, 82, 80, 78, 76, 74 и 72 дБмкВ, то, согласно (2), суммарный уровень сигнала составит 90,2 дБмкВ.

Можно также отметить, что реальная мощность цифрового DVB-T2 сигнала больше аналогового сигнала на 6-9 дБ (зависит от формата модуляции), что желательно также учитывать при расчете по формуле (2).

Если вы приобретаете мачтовый усилитель на рынке, и на него отсутствует параметр максимального уровня выходного сигнала, то старайтесь выбрать усилитель с максимальным током потребления (порядка 40-70 мА). Большему току потребления соответствует больший уровень неискаженной выходной мощности (т.е. меньший уровень нелинейных искажений).

Добавим, что при индивидуальном приеме антенна обычно работает сразу на несколько приемников (телевизоров), в силу чего используются разветвители сигналов с неизбежными потерями. Иногда в комбинации с мачтовым усилителем (особенно при одновременном приеме аналоговых и цифровых каналов) применяют и абонентские усилители на несколько выходов (активные разветвители). В табл.3 приведены сравнительные параметры некоторых популярных мачтовых усилителей.

Таблица 3

Модель	AVU-087-5F	21-69 Delta FT	AA-102 B4,5	AE-108 STm+
Производитель	Микротех	Планар	Телемак	
Назначение	мачтовый			абонент.
Диапазон рабочих частот, МГц	48-862	470-862		
Коэффициент усиления, дБ	13 ±2	30 ±2	16 ±1	22 ±2
Регулировка усиления, дБ	-			0...-12

Коэффициент шума, дБ	2,5	3,0	2,0	3,5
Уровень выходного сигнала (IMD3=60 дБ)	110	105	102	2x98
Число выходов	1			2
Напряжение питания, В	+5	+12		~220/50 Гц
Ток потребления, мА	60	60	20	P=5 Вт
Ток внешней нагрузки, мА	-			50
Тип ВЧ коннекторов	F-гнездо (75 Ом)			

Хочется обратить внимание на мачтовый усилитель **AVU-087-5F** от компании «Микротех» (Санкт-Петербург). Данный усилитель питается по кабелю снижения непосредственно от DVB-T2 ресивера, что очень удобно. Особенно он удобен при работе с малогабаритной комнатной антенной или антенной, устанавливаемой на балконе. Во всех практических случаях мы не наблюдали ни разу каких-либо перегрузок даже при приеме аналоговых сигналов, а прием DVB-T2 пакетов осуществлялся даже по переотраженным сигналам.



AVU-087-5F

Длина кабельных спусков. В общем случае кабель включается между антенной и мачтовым усилителем и между усилителем и самим приемником (DVB-T2 ресивером). Важна длина кабеля между антенной и мачтовым усилителем, т.к. эквивалентный коэффициент шума F_{Σ} равняется сумме потерь в этом кабеле a и коэффициента шума самого усилителя F :

$$F_{\Sigma[\text{дБ}]} = F_{[\text{дБ}]} + a_{[\text{дБ}]} \quad (4)$$

Иными словами, введение потерь между антенной и мачтовым усилителем (или самим DVB-T2 ресивером) снижает наиважнейший критерий уверенного приема – C/N (см. формулу 1) на величину вводимых потерь. Именно в силу этого активные антенны и имеют преимущество перед пассивными антеннами с внешне подключаемыми мачтовыми усилителями. А вот длина собственно кабеля снижения (между усилителем и приемником) при коэффициенте усиления в 15-20 дБ уже не играет принципиального значения и может достигать 30-50 метров при работе на 3-4 телевизора.

Минимальный уровень сигнала на выходе антенны зависит от реализуемого отношения сигнал/шум – C/N , определяемого по формуле (1) и от чувствительности DVB-T2 ресивера. Под чувствительностью приемника понимается его минимально допустимый уровень входного сигнала. В настоящее время продаются DVB-T2 ресиверы с чувствительностями 44 дБмкВ (по полной аналогии с DVB-S/S2 ресиверами), 36 дБмкВ (наибольшее распространение) и 28 дБмкВ (наивысочайшая чувствительность).

Требуемое отношение C/N согласно Женевской конференции [1] должно быть не менее 29,3 дБ для любых условий приема. Подставив численное значение в (2), определим минимальный уровень сигнала на выходе приемной антенны (без учета мачтового усилителя):

$$U_A \geq 33 + a + F \quad (5)$$

Так, при $a = 0$ дБ (короткий кабель или активная антенна) и $F < 3$ дБ, уровень сигнала на выходе антенны должен быть не менее 36 дБмкВ, что хорошо согласуется с чувствительностью DVB-T2 ресивера в 36 дБмкВ. Это лишний раз подтверждает, что мачтовый усилитель предназначен только для компенсации потерь в кабеле снижения и разветвителе на несколько телевизоров, и его коэффициента усиления вполне достаточно величиной 15-25 дБ.

Дальность приема. Этот вопрос самый сложный. Ответить на него однозначно нельзя. Большей частью следует полагаться на уже имеющийся прием в данной местности или на опыт монтажника, осуществляющего установку Приемного комплекса.

Возможность или невозможность приема того или иного сигнала определяется единственным параметром: напряженностью электрического поля в точке приема – E . Напряженность поля зависит от целого ряда независимых от нас параметров: мощности ТВ передатчи-

ка, высот установки передающей и антенны, ее коэффициента усиления, ландшафта, времени суток и года, а также от погодных условий.

Тем не менее, есть факторы приемной системы, на которые следует обратить внимание при формировании приемной системы:

- высота подвеса приемной антенны – h .
- коэффициент усиления приемной антенны – G_A ;
- коэффициент шума мачтового усилителя – F .

Первый фактор является определяющим. С увеличением подвеса приемной антенны напряженность поля очень быстро растет. На эту особенность следует обратить самое серьезное внимание. Вторые два фактора определяют добротность приемной системы:

$$G = G_A - F . \quad (6)$$

Чем больше добротность приемной системы, тем выше ее чувствительность (возможность приема при слабой напряженности электрического поля). Например, приемная система с антенной, обладающей коэффициентом усиления $G_A = 12$ дБ и коэффициенте шума усилителя $F = 2$ дБ ($G = 10$ дБ) будет проигрывать приемной системе с антенной $G_A = 16$ дБ и усилителе с $F = 4$ дБ ($G = 12$ дБ).

Расчет дальности можно выполнить на базе работы [2]. На рис.1 представлены зависимости дальности приема от высоты подвеса приемной антенны при разных высотах подъема передающей антенны. В расчетах принято: $P = 1$ кВт (0 дБкВт); $G_A = 6$ дБ; $C/N_{\text{прел}} = 29,3$ дБ; $K_{\text{пр}} = 16$ дБ; $F = 2,7$ дБ; $a = 0$ дБ; $f = 600$ МГц. Такие параметры являются типовыми для «дальнобойного» дачного приема.

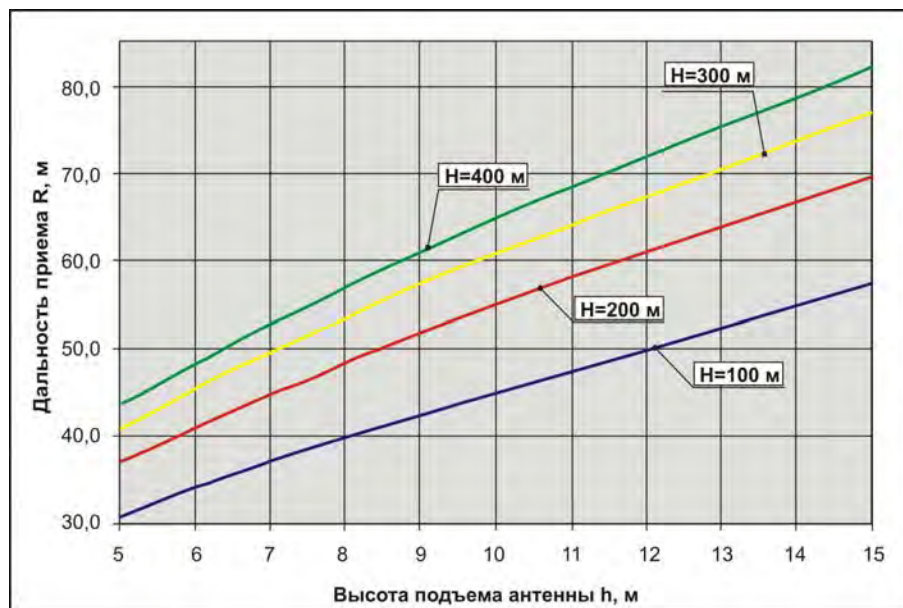


Рис.1

Все эти принятые значения относятся к энергетическому коэффициенту – ЭК:

$$ЭК = P + G_A + K_{\text{пр}} - 29,3 - F - a = -10 \text{ дБ} = 0,1 . \quad (7)$$

Чем больше ЭК (меньше численное значение, выраженное в децибелах), тем больше дальность приема. ЭК подчиняется закону дальности радиосвязи: - всякому увеличению (уменьшению) ЭК на 6 дБ (в 4 раза) соответствует увеличение (уменьшение) дальности приема в 2 раза. Для лучшего восприятия формулы (6) в комбинации с рис.1 приведем численный пример расчета.

Пример 1. Требуется рассчитать дальность действия приемной системы, состоящей из антенны с коэффициентом усиления $K_{\text{пр}} = 12$ дБ, мачтового усилителя с коэффициентом шума $F = 2,0$ дБ и потерями в соединительном кабеле (между антенной и усилителем) $a = 1$

дБ (длина кабеля составляет примерно 6 м). Известно, что мощность передатчика $P = 2$ кВт (3 дБкВт) при круговой диаграмме направленности ($G_A = 0$ дБ). Высота телебашни составляет 270 м. Приемная антенна крепится на кронштейне под крышей на высоте (h) 6 метров.

Решение.

1. По формуле (7) рассчитываем энергетический коэффициент ЭК:

$$\mathcal{E}K = P + G_A + K_{np} - 29,3 - F - a = 3 + 0 + 12 - 29,3 - 2 - 1 = -17,3 \text{ дБ} .$$

2. При неизвестной высоте подъема передающей антенны принимаем ее значение, как 0,8 от высоты телебашни:

$$H = 0,8 \cdot 270 = 216 \text{ м} .$$

3. Пользуясь графиками рис.1 и введя аппроксимацию для $H = 216$ м, находим дальность приема для справочного $\mathcal{E}K_C = -10$ дБ: $R_0 = 42$ км.

4. Вычисляем разность между справочным и реализованным ЭК:

$$\Delta \mathcal{E}K = \mathcal{E}K_C - \mathcal{E}K = 7,3 \text{ дБ} = 5,37 .$$

5. Определяем реальную дальность приема при заданных условиях:

$$R = \frac{R_0}{\sqrt{\Delta \mathcal{E}K}} = \frac{42}{\sqrt{5,37}} = 18,1 \text{ км} .$$

При использовании активной антенны (например, Rhombus, Fagor) с $K_{np} = 17$ дБ, $F = 2$ дБ (при $a = 0$ дБ) и высоте ее подъема на 12 м, дальность приема достигала бы 48,3 км.

Данный пример наглядно показывает, что для увеличения дальности приема очень важно выбирать антенну с максимально возможным коэффициентом усиления и устанавливать ее как можно выше относительно поверхности Земли.

Полезно отметить, что если высота подвеса приемной антенны свыше 15 метров, то можно провести расчеты дальности приема R для высоты 15 м, а затем сделать перерасчет по формуле:

$$R \approx R_{15} \cdot \sqrt{h/15} . \quad (8)$$

Так, для высоты подъема приемной антенны на 30 метров, дальность приема увеличивается примерно в 1,4 раза (например, с 48,3 км до 68,1 км).

На основании проведенных рассуждений и рекомендаций можно сделать вывод, что дальность приема R пропорциональна коэффициенту:

$$R = R_0 (K_{np} - F - a) \cdot \sqrt{h} . \quad (9)$$

В качестве выводов к статье, полезно привести ряд полезных советов, способствующих закреплению прочитанного материала.

Совет 1: В настоящее время не имеет практического смысла устанавливать громоздкие антенны МВ диапазонов. С учетом появившегося цифрового DVB-T2 вещания выгоднее потратиться на одну единственную качественную антенну ДМВ в комплекте со встроенным или внешне подсоединяемым мачтовым усилителем.

Совет 2: Выбирайте мачтовый усилитель с коэффициентом усиления 12-20 дБ и минимальным коэффициентом шума (не более 3 дБ). Старайтесь приобрести усилитель с максимальным током потребления (порядка 40-70 мА). Большему току потребления соответствует больший динамический диапазон (минимизация искажений).

Совет 3: Постарайтесь позаботиться, чтобы мачта, на которую крепится антенна, была заземлена. Очень желательно между антенной и мачтовым усилителем установить устройство грозозащиты.

Совет 4: Желательно выбирать антенну с максимально возможным коэффициентом усиления. Данный критерий для диапазона ДМВ при приеме цифровых DVB-T2 сигналов является основным. При прочих равных условиях выбирайте антенну с минимальной ветровой нагрузкой и массой.

Совет 5: Старайтесь минимизировать длину кабеля снижения (между антенной и первым усилителем). Длина кабеля снижения в 5-10 метров для большинства практических применений считается допустимой.

Совет 6: Удобно использовать мачтовый усилитель с напряжением питания 5 В вместе традиционных 12 В или 24 В. Источник дистанционного питания 5 В присутствует практически в каждом DVB-T2 ресивере, что очень удобно, т.к. не требуется приобретение дополнительного источника питания.

Совет 7: Для нормальной читаемости цифровых DVB-T2 пакетов, вполне достаточно уровня сигнала на выходе антенны величиной 36 дБмкВ. Мачтовый усилитель служит только для компенсации потерь в кабеле снижения и разветвителе на несколько телевизоров.

Совет 8: Для увеличения дальности приема выбирайте приемную антенну с максимально возможным коэффициентом усиления и устанавливайте ее по возможности, максимально высоко относительно поверхности Земли.

Литература

1. FINAL ACTS of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 MHz and 470-862 MHz (RRC-06), 2006.

2. Песков С.Н. Аналитические методы расчета напряженности поля, создаваемой передатчиком. "Телеспутник", 2008г., №10, с.94-97.