

## Р Е Т Р О

## Прохождение на КВ диапазонах

Геннадий ЛЯПИН (UA3AOW), Сергей БУБЕННИКОВ (UK3AAS)

**К**лассическим видом ионосферного распространения является так называемое односкачковое распространение, когда волна, отразившись от слоя, возвращается к Земле. Минимальная длина скачка ограничена, поскольку преломление радиоволны может наблюдаться лишь при углах, больших некоторого критического. Этим объясняется существование "мертвой зоны". Протяженность "мертвой зоны" обратно пропорциональна критической частоте слоя. На рис. 2 между пунктами В и А происходит двухскачковая связь. Волна после первого скачка отражается от Земли и приходит в пункт А только после повторного отражения от слоя  $F_2$ . В принципе, может быть и многоскачковое распространение, вплоть до полного огибания Земли.

А вот сигнал, посланный из пункта В, достигает пункта Б несколько необычным путем. Отразившись от слоя  $F_2$  (на рисунке ясно видно, что частота этого сигнала ниже  $F_2$  МПЧ, так как он не проникает глубоко в слой), сигнал в слое  $F_1$  встретился с областью повышенной ионизации и был отражен обратно к слою  $F_1$ , и только отразившись вторично от слоя  $F_2$ , достиг пункта Б. Подобным образом сигнал может распространяться между слоями, как в волноводе, на значительные расстояния. Сигнал, посланный из пункта В, частота которого больше, чем  $F_2$  МПЧ, слоем не отразился и ушел в космос.

Сигнал, посланный из пункта Б, встретился в слое  $F_2$  с диффузностью и раздробился на отдельные лучи.

Как уже было сказано выше,  $F_2$  является основным отражающим слоем при дальнем распространении коротких волн. А каждое прохождение волны через слой (D, E, F) и отражение приводит к потере энергии волны, причем, чем ниже расположен слой, тем больше энергии теряет волна при прохождении через него, и чем ниже частота волны, тем больше потери энергии.

Перейдем к непосредственному рассмотрению прохождения на различных КВ диапазонах. Диапазон 3,5 МГц является самым низкочастотным из широко применяемых КВ диапазонов. В принципе, отражение волн этого диапазона возможно во всех слоях ионосферы. Однако слой D сильно поглощает волны нижней части КВ диапазона, включая и 80-метровые. Поэтому днем в диапазоне 3,5 МГц редко бывают слышны станции, распо-

ложенные дальше 400...500 км. В это время диапазон, как всем известно, используется для проведения местных связей.

После захода Солнца слой D как бы рассасывается, и волны 80-метрового диапазона могут отражаться от более высоких слоев, в первую очередь от слоя E. Максимальная длина одного скачка для этого слоя 2000...1500 км. В этом радиусе и проводится наибольшее количество (90 %) связей. Причем вполне возможно и наличие многоскачковой структуры распространения, примером тому может служить прохождение VK/ZL/JA в вечерние часы в европейской части страны.

Ночью слой E также исчезает, хотя гораздо медленнее, чем D, и примерно за два часа до восхода Солнца МПЧ слоя может стать меньше нижней границы диапазона, и отражения тогда уже будут происходить от слоя F, который и обеспечит в случае многоскачковой структуры наиболее дальнее прохождение.

Зимой, когда ночи становятся длиннее, ионизация нижних слоев пропадает быстрее и возможности проведения дальних связей увеличиваются.

Примерно такая же картина наблюдается и в диапазоне 7 МГц. Хотя слой D и меньше поглощает волны этого диапазона, тем не менее дальность связи (особенно около полудня) редко превышает длину одного скачка слоя E. В отличие от диапазона 3,5 МГц, здесь уже чувствуется близость МПЧ слоя E, что выражается в появлении "мертвой зоны". Днем она бывает невелика, а ночью из-за понижения МПЧ слоя E она может достигать 1000 км. Под утро в диапазоне 7 МГц также возможны отражения и от слоя F.

В течение цикла солнечной активности критические частоты слоя E изменяются мало, увеличиваясь лишь на 15...20 % при переходе от минимума к максимуму, так что изменения в характере прохождения в диапазонах 3,5 и 7 МГц не очень заметны.

Большой уровень помех, трудность в применении узконаправленных антенн, сильное затухание волн этих диапазонов создают большие трудности в работе коротковолновика, и поэтому каждое проведенное DX QSO приносит большое удовлетворение.

Наиболее результативным является диапазон 14 МГц. Слой D здесь уже почти не оказывает влияния, и основную роль в прохождении играют слои E и F. Обычно средняя величина  $f_oF_2$  невелика и меньше  $f_oF_1$ , поэтому слой E

может оказывать влияние на связи в диапазоне 14 МГц лишь в районе полудня при достижении своих максимальных значений. Не случайно прохождение на 14 МГц начинается и заканчивается появлением DX-станций. Ближе к полудню начинает действовать слой E, и в эфире появляются станции, лежащие в 1200...1500-километровой зоне. Для этого диапазона характерно наличие сравнительно большой мертвой зоны.

Весной и летом наблюдается усиленная генерация  $E_s$  с высокой МПЧ, что может быть причиной прослушивания в отдельные моменты редких (ближних) станций.

Довольно часто в диапазоне 14 МГц можно услышать слабо проходящие, слегка искаженные дрожанием сигналы станций, находящихся в мертвой зоне. Это следствие уже не отражения, а ионосферного рассеивания на локальных неоднородностях, образующихся на высоте слоя E. Подобный прием возможен лишь при высоком энергетическом потенциале станции (станций).

Примерно такая же картина наблюдается и в диапазоне 21 МГц, с той лишь разницей, что в годы минимума солнечной активности значение МПЧ верхних слоев может быть меньше нижней границы диапазона, и прохождение тогда отсутствует вообще. Наличие еще большей мертвой зоны облегчает работу с DX-станциями ввиду отсутствия помех от близлежащих станций.

Как уже было сказано, слой F расщепляется на два. Отражение от слоя  $F_1$  наблюдается исключительно днем, при этом на широтах примерно выше 50 с. ш. — только летом, на более низких — в течение всего года. Суточный ход  $f_oF_1$  симметричен относительно полудня, когда  $f_o$  имеет максимальное значение. В течение цикла солнечной активности возрастание  $f_oF_1$  составляет не более 30 %.

Поведение слоя  $F_2$  более сложно. Например, летом может быть аномальное суточное изменение  $f_oF_2$ , когда максимум наблюдается не только в полдень, а в утренние часы и до захода Солнца. И зимой и летом  $f_oF_2$  достигает максимума за полчаса до восхода Солнца. В зимний полдень  $f_oF_2$  больше, чем в июне примерно в 1,5—2 раза. Критическая частота  $F_2$  зависит от числа Вольфа (W) и может увеличиваться на 50...100 %. Вот почему хорошее и устойчивое прохождение в диапазоне 28 МГц может быть только в годы максимума солнечной активности. В годы минимума активности прохождение в этом диапазоне обуславливается в основном лишь отражением от  $E_s$  облаков, особенно в летнее время. На 28 МГц возможно и отражение от полярного сияния и метеорных следов, но в радиосвязи на КВ эти явления не используются.

Следует заметить, что потери энергии при работе на 10 метрах, по сравнению с другими, самые минимальные. Это обусловлено малым поглощением волн этого диапазона в

Окончание.

Начало см. в "Радио", 2007, № 11

нижних слоев ионосферы, что позволяет проводить дальние связи при относительно малой мощности передатчика.

Критические частоты слоев имеют не только суточные и сезонные изменения. Их параметры зависят также от широты. При движении к экватору критические частоты слоев E и F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> увеличиваются. Это дает некоторые преимущества в использовании высокочастотных диапазонов коротковолновикам южной части страны.

Особо следует остановиться на вопросе о нарушении КВ связи. При мощной вспышке на Солнце либо при прохождении активной области через центральный меридиан солнечного диска на Землю извергается мощный поток корпускулярного излучения, что может явиться причиной магнитной бури, а затем и ионосферной бури, приводя к резкому ухудшению, а порой, и полному прекращению прохождения на КВ диапазонах. В этом случае нарушение связи может быть, во-первых, в результате поглощения коротких волн в так называемой полярной шапке, другой причиной может быть авроральное поглощение. Это обычно наблюдается тогда, когда один из корреспондентов находится в зоне полярных сияний (для России это UA1 и северные части — UA9, UA0) или трасса радиосвязи проходит через эту зону. Нарушение здесь может быть в 40 % случаев.

Наконец, третья причина — изменение параметров слоев D, E, F<sub>2</sub>. Это явление наблюдается обычно в темное время суток и охватывает не только полярные районы, но и всю Землю. При этом f<sub>0</sub>F<sub>2</sub> может иногда увеличиваться (обычно у экватора) и чаще уменьшаться (в средних и высоких широтах). В это время за счет проникновения частиц из космоса наблюдается повышение f<sub>0</sub> слоев E и особенно D, что может вызвать полную экранизацию слоя F<sub>2</sub>. Такое явление обычно продолжается в течение 1—5 суток с начала бури.

Интересно, что перед бурей часто наблюдается увеличение МПЧ до 50 МГц и выше. В течение этого периода возможны связи на 28 МГц при двух-, трехскачковом отражении от слоя F<sub>2</sub> и дальний прием телевидения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Римбет Г., Гарриот О.** Введение в физику ионосферы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1975.
2. **Витинский Ю. И.** Цикличность и прогнозы солнечной активности. — Л.: Наука, 1973.
3. **Иванов-Холодный Г. С., Никольский Г. М.** Солнце и ионосфера. — М.: Наука, 1969.
4. **Долуханов М. П.** Распространение радиоволн. — М.: Знание, 1972.

Материал подготовил  
**Б. СТЕПАНОВ**

г. Москва



#### Соревнования

Соревнования **"Молодежные старты"** проводятся редакцией журнала "Радио" с 9 до 15 UTC в воскресенье третьих полных (суббота—воскресенье) выходных дней января (в 2008 г. — 20 января). Они проходят на всех любительских КВ и УКВ диапазонах (кроме WARC диапазонов). Виды модуляции: PHONE (SSB, AM, FM), CW, DIGITAL (все — RTTY, PSK-31 и др.). Разрешается использовать DX-кластер. Участникам рекомендуется воздерживаться от работы в PHONE и CW DX-окнах. При работе DIGITAL надо придерживаться принятого для данного вида связи частотного распределения. Связи через УКВ репитеры также идут в зачет в этих соревнованиях. Зачетное время — любые четыре часа непрерывной работы по выбору участника (указывается в отчете), но отчет надо предоставить за все проведенные связи.

В соревнованиях могут принять участие все радиолюбители. Молодежной (JR) считается радиостанция, оператору которой в текущем календарном году исполнилось (исполнится) 18 лет или он моложе. Для 2008 г. — это участники 1989 г. рождения и позже. Радиостанция с несколькими операторами считается молодежной, если все ее операторы соответствуют данному критерию.

Молодежным радиостанциям в зачет идут все радиосвязи, а остальным участникам — только радиосвязи с молодежными радиостанциями. Наблюдателям в зачет идут наблюдения за работой молодежных радиостанций. Повторные связи разрешены на разных диапазонах, а на одном диапазоне — разными видами работы (PHONE, CW, DIGITAL).

Зачет в соревнованиях только общий (по всем диапазонам и видам работы) в следующих подгруппах:

SOMB JR (один оператор — молодежь);  
MOST JR (несколько операторов — молодежь);

SWL JR (наблюдатели — молодежь);  
SOMB (один оператор — взрослые);  
MOST (несколько операторов — взрослые);  
SWL (наблюдатели — взрослые).

При проведении связей участниками передается RS(T), имя оператора и QTH. Операторы молодежных радиостанций, кроме этого, должны сообщать свой возраст. При работе CW и DIGITAL передается фраза вида: "MY AGE IS 10". У коллективных радиостанций свое имя и возраст сообщает оператор, проводящий в данный момент радиосвязь. Общий вызов для молодежных радиостанций: "Всем, работает молодежная радиостанция...". При работе в CW и DIGITAL передается общий вызов следующего вида: "CQ DE JR RK3DXW K".

За каждую радиосвязь с молодежной радиостанцией начисляют 5 очков, за радиосвязи с остальными радиостанциями — 1 очко. Множителя в этих соревнованиях нет. Результат получается как сумма очков за радиосвязи по всем диапазонам и всем видам работы. Наблюдатели получают 1 очко за одностороннее наблюдение (приняты один позывной и переданный номер) и 3 очка — за двустороннее.

Все JR-участники, приславшие отчет, получают конテスト-дипломы журнала "Радио". Отдельно будут отмечены JR-участники, показавшие лучшие результаты по видам работы (независимо от занятого в общем зачете места). У взрослых участников конテスト-дипломами будут отмечены победители по подгруппам.

Отчеты желательнее представлять в электронном виде. Бумажный отчет составляют в хронологическом порядке проведения радиосвязей со строкой отчета: время (UTC), диапазон (МГц), вид работы, позывной корреспондента, переданный и принятый контрольные номера. Очки подсчитывать не обязательно. На конверте следует указать название соревнований. Отчеты высылают не позднее 20 февраля по адресу: Россия, 107045, Москва, Селиверстов пер., 10, редакция журнала "Радио". Адрес для отправки электронных отчетов: <contest@radio.ru>.

**Открытые всероссийские молодежные соревнования (Young Operators Contest — YOC)** проводятся ежегодно в субботу первых полных выходных февраля (в 2008 г. — 2 февраля) с 12 до 16 MSK на диапазонах 20, 40 и 80 метров. На диапазоне 20 метров связи рекомендуется проводить в участке 14120...14190 кГц. Вид работы — SSB. Участники соревнований — молодые радиолюбители (1989 г. рождения и моложе) в трех зачетных подгруппах: индивидуальные радиостанции, коллективные радиостанции, наблюдатели. Во всех подгруппах только многодиапазонный зачет. Состав команды коллективной радиостанции — 2 или 3 оператора. К участию в соревнованиях приглашаем владельцев индивидуальных радиостанций, команд коллективных радиостанций и наблюдателей всех стран мира.

Контрольные номера состоят из трех последних цифр контрольного номера предыдущего корреспондента и порядкового номера связи. При первой связи передается номер 000001.

За QSO начисляется по 3 очка. Каждая территория мира по списку диплома DXCC дает по 10 очков на каждом диапазоне. Зачисляются все радиосвязи независимо от QTH корреспондента. Повторные связи разрешаются на разных диапазонах, а на одном диапазоне — с началом каждого часа. Разрыв во времени проведения связи в этом случае должен быть не менее трех минут. Число переходов с диапазона на диапазон должно быть не более 30. Результат определяется как сумма очков за связи и за территории мира по всем диапазонам.

За одностороннее наблюдение (приняты оба позывных и один из контрольных номеров) начисляется 1 очко, за двустороннее — 3 очка. Одну и ту же радиостанцию наблюдатель может зафиксировать в течение часа на одном и том же диапазоне только один раз.

Победители соревнований по подгруппам будут отмечены памятными призами журнала "Радио", а те, кто выйдет в своих подгруппах в десятку лидеров, — конテスト-дипломами журнала "Радио".

Приветствуются отчеты в электронной форме. Если у вас нет электронной почты, но есть возможность набрать отчет в файл, просим вместе с бумажным отчетом приложить к письму дискету (или мини-CD), содержащую файл отчета. Отчеты и дискеты надо высылать не позднее 16 февраля по адресу: Россия, 107045, Москва, Селиверстов пер., д. 10, редакция журнала "Радио". На конверте следует указать название соревнований. Электронные отчеты высылают по адресу <contest@radio.ru>.

#### SK

Замолчала радиостанция талантливого радиоинженера, автора многих публикаций на страницах журнала "Радио" **Валерия Хмарцева (RW3AIV)**.