Автор: Vladimir "Timofeich" Polyakov
03.06.2008 23:00 - Обновлено 25.02.2012 16:58

Мы не сеем и не пашем,
А валяем дурака:
Вертикально излучаем,
Нагреваем облака

Стало почти аксиомой, что все радиолюбители стремятся проводить как можно более дальние связи, поднимая повыше свои антенны и используя все другие средства, чтобы прижать главный лепесток излучения к горизонту. В то же время практика показывает, что очень много связей проводится внутри региона, со своими ближайшими соседями в диапазонах 160, 80 и 40 м, часто в форме «скедов», «круглых столов» и т. д. Для таких связей прижатый к горизонту максимум излучения антенны совсем не оптимален, и даже вреден. А если к этому добавить неподходящий выбор диапазона, ближние корреспонденты вообще могут оказаться в мертвой зоне.

В последние годы возрос интерес к технике связи, названной NVIS — NearVertical Incidence Skywave propagation (NVIS обычно произносится как нэ-вис). Эта техника предусматривает работу пространственной волной, падающей на ионосферный слой почти вертикально, и отражающейся тоже почти вертикально вниз, создавая значительную напряженность поля на небольших (десятки — сотни километров) расстояниях от передатчика.

Первыми использовали такой тип распространения волн, по-видимому, военные, в целях тактической связи на КВ. Не случайно во всех странах диапазон частот 2...8 МГц часто называют "военным". Указанный диапазон также широко используют спасатели, пограничники и береговая гвардия, то есть службы, аналогичные нашей МЧС. Этот вид связи незаменим там, где расстояния не так уж и велики, но дальности действия обычных УКВ радиостанций уже не хватает.

Большую работу по исследованию NVIS на о. Цейлон с привлечением местных радиолюбителей провел английский коротковолновик G3BGL/VS7PS в начале 50-х годов прошлого века. Его результаты были использованы при организации тропической радиовещательной службы в диапазонах 120, 90, 60, 49, 41 и 31 м. В последующие годы неоднократно появлялись публикации по использованию NVIS для целей ближней радиосвязи.

Из теории распространения радиоволн известно, что ионизированные слои полностью характеризуются высотой максимума электронной концентрации h и критической частотой fкр — максимальной частотой отражающейся волны при вертикальном зондировании (рис. 1). Критическая частота зависит только от электронной концентрации в слое и определяется простой формулой:

$f_{кр}^2 = 80{,}8\ N$, где N - число электронов в 1 м3.

Так, например, если в летний полдень концентрация электронов в слое E достигла 1012 электронов/м3, то fкр = 9.106 Гц или 9 МГц.

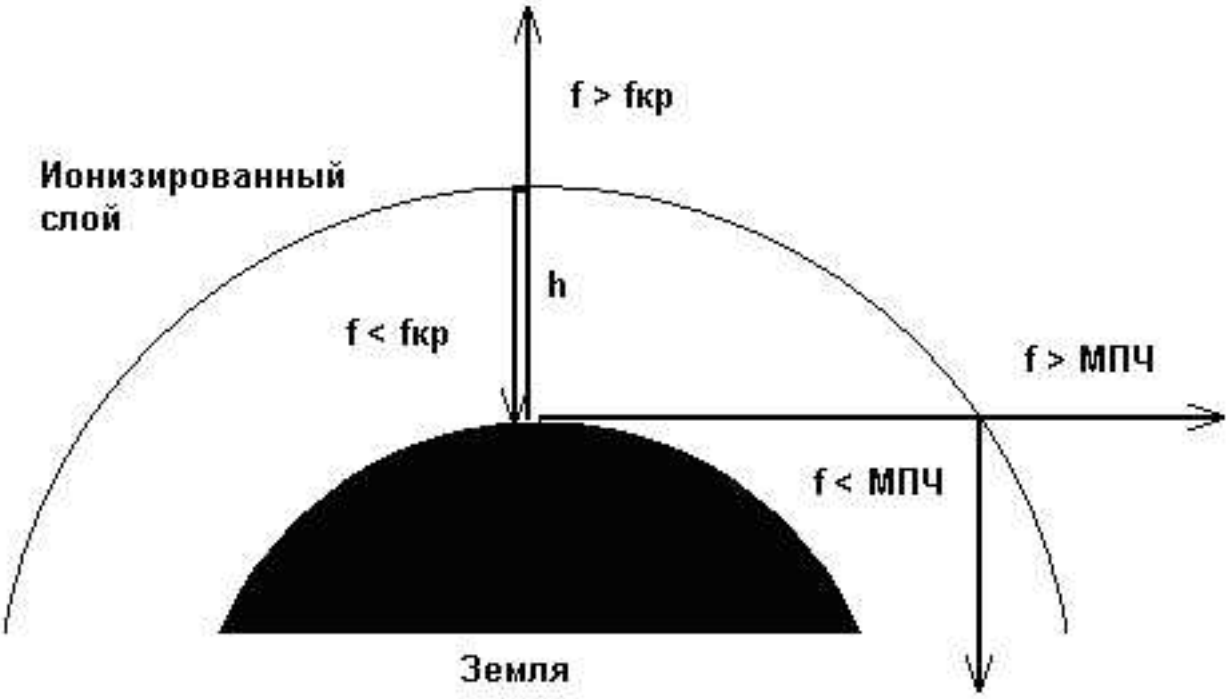


Рис. 1

При увеличении частоты сигнала вертикально падающие волны перестают отражаться, но полого падающие волны еще отражаются. При этом вокруг передатчика образуется «мертвая зона», в которой сигнал не слышен. На больших же расстояниях сигнал может быть достаточно сильным. Максимально применимая частота (МПЧ) — та, при которой еще отражаются волны, посланные антенной передатчика в направлении на горизонт. На частотах выше МПЧ слой вообще перестает отражать волны, посланные с поверхности Земли, и они уходят сквозь ионосферу в Космос. МПЧ обычно в несколько раз выше fкр. Связь тоже очень простая:

(МПЧ/fкр)2 = 1 + R/2h, где R - радиус Земли (6300 км).

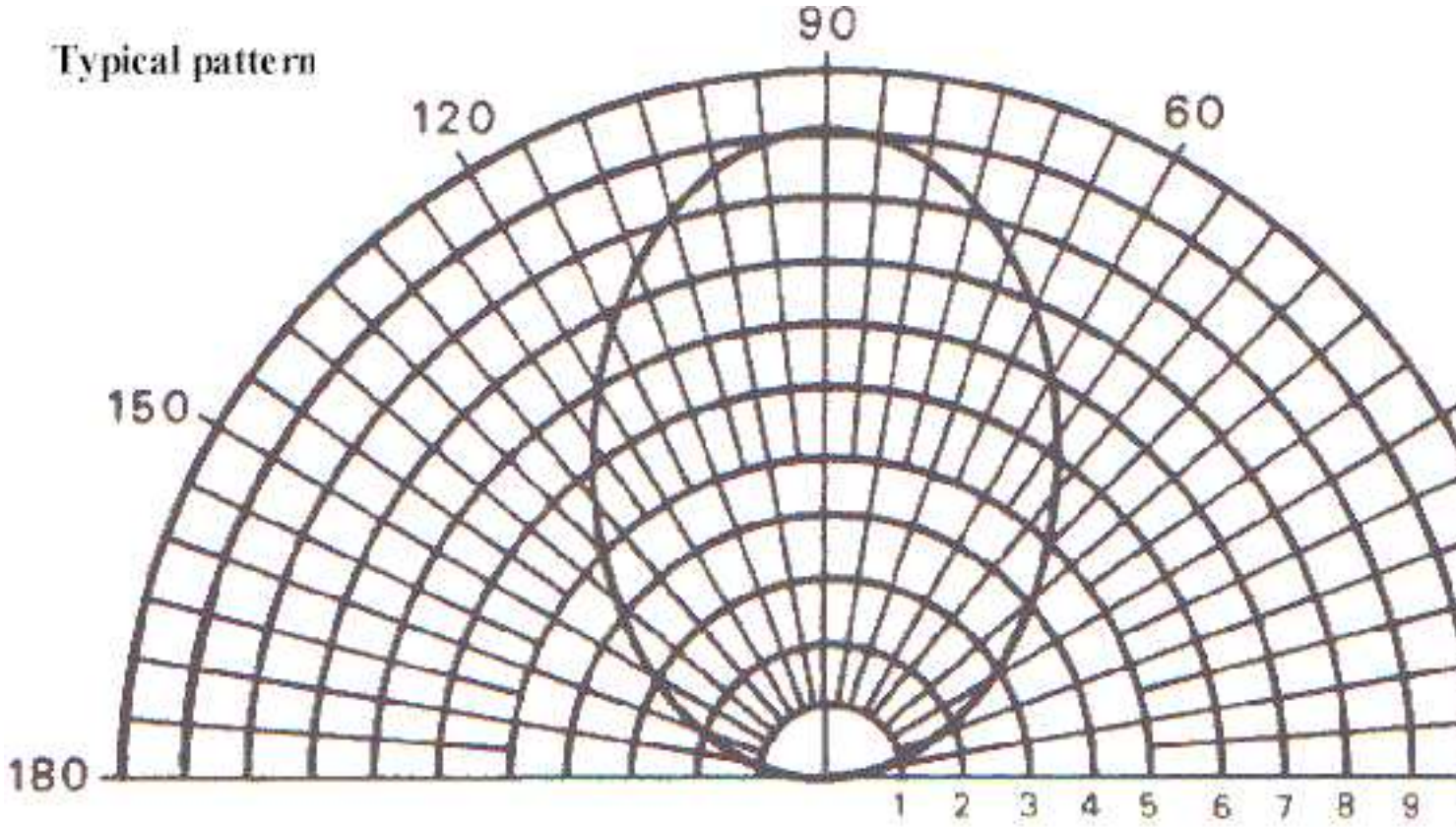
Для вышеприведенного примера, если h = 90 км, то МПЧ = 2,5fкр или 22,5 МГц. В этих условиях сильной дневной ионизации для NVIS связей подойдет диапазон 7 МГц, а для дальних связей — 21 МГц.

Из нашего краткого рассмотрения ясно, что для NVIS пригодны волны с частотами ниже

критической. А насколько ниже? Здесь надо учитывать поглощение волн в ионосфере. Теория говорит, что поглощение в ионосфере увеличивается с понижением частоты. Так, например, средние волны днем полностью поглощаются слоем D (h = 70 км), критическая частота которого недостаточна для отражения, и волне приходится дважды его пронизывать при отражении от слоя E (h = 90...120 км, ночью выше). Таким образом, для уменьшения поглощения надо выбирать частоту как можно ближе к fкр, но немного ниже ее.

Критические частоты слоя E и вышележащего слоя F (h = 200...250 км) очень сильно зависят от времени суток, времени года и солнечной активности. Все эти факторы определяют электронную концентрацию в слое, а следовательно и fкр. Так, например, расчеты, проведенные американскими радиолюбителями для трассы Сакраменто — Рено на западном побережье США показывают, что критические частоты могут изменяться от 2 до 14 МГц. Чаще же всего они лежат в области 2...7 МГц, понижаясь ночью и возрастая днем.

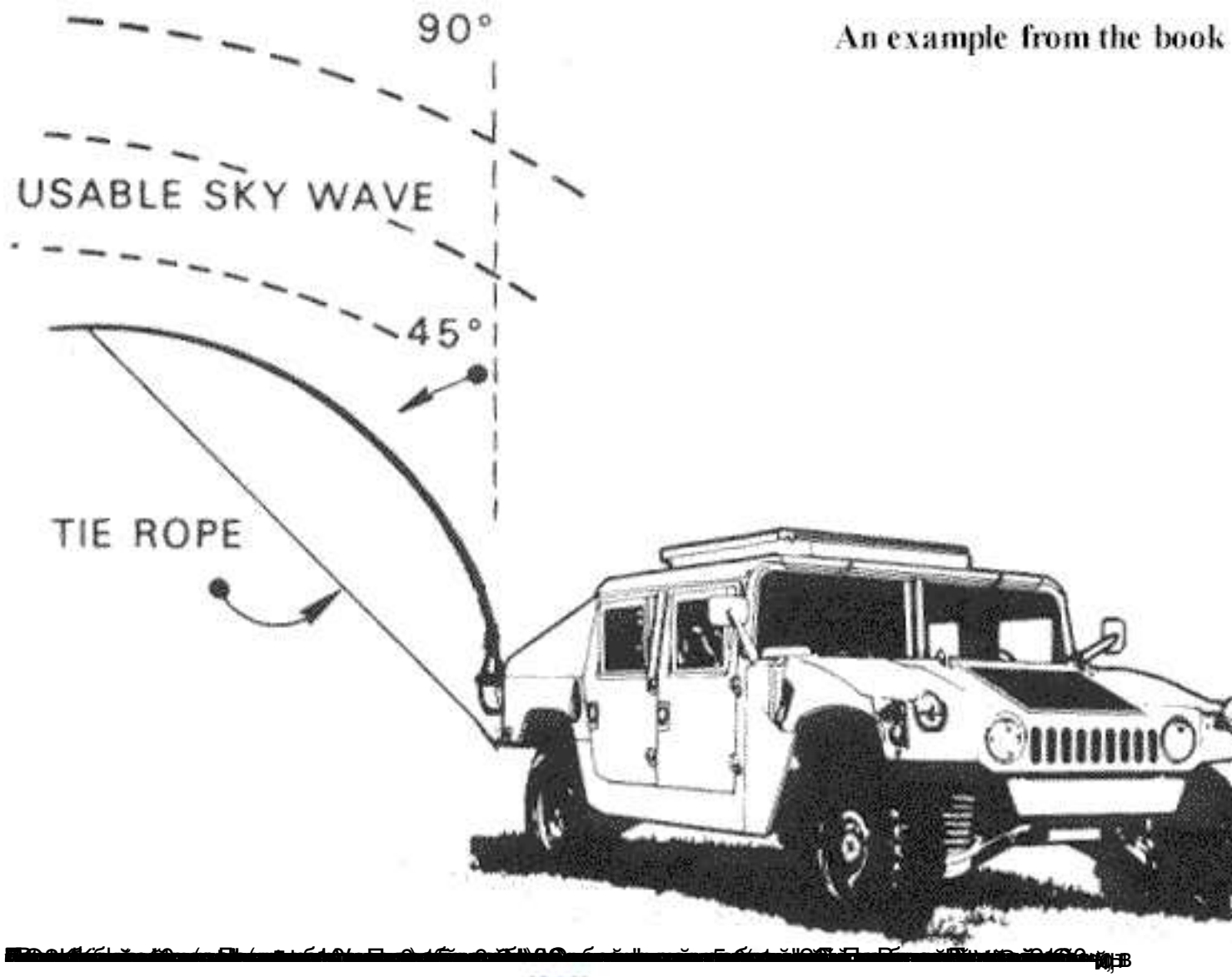
Антенны для NVIS, в шутку называемые «нагревателями облаков», должны излучать преимущественно вверх. Они очень плохо подходят для дальних связей, зато создают повышенную напряженность поля в ближней зоне, на расстояниях от 30 (где прямая поверхностная волна уже затухает) до 300 км. Оптимальная ДН NVIS-антенны показана на **рис 2**.



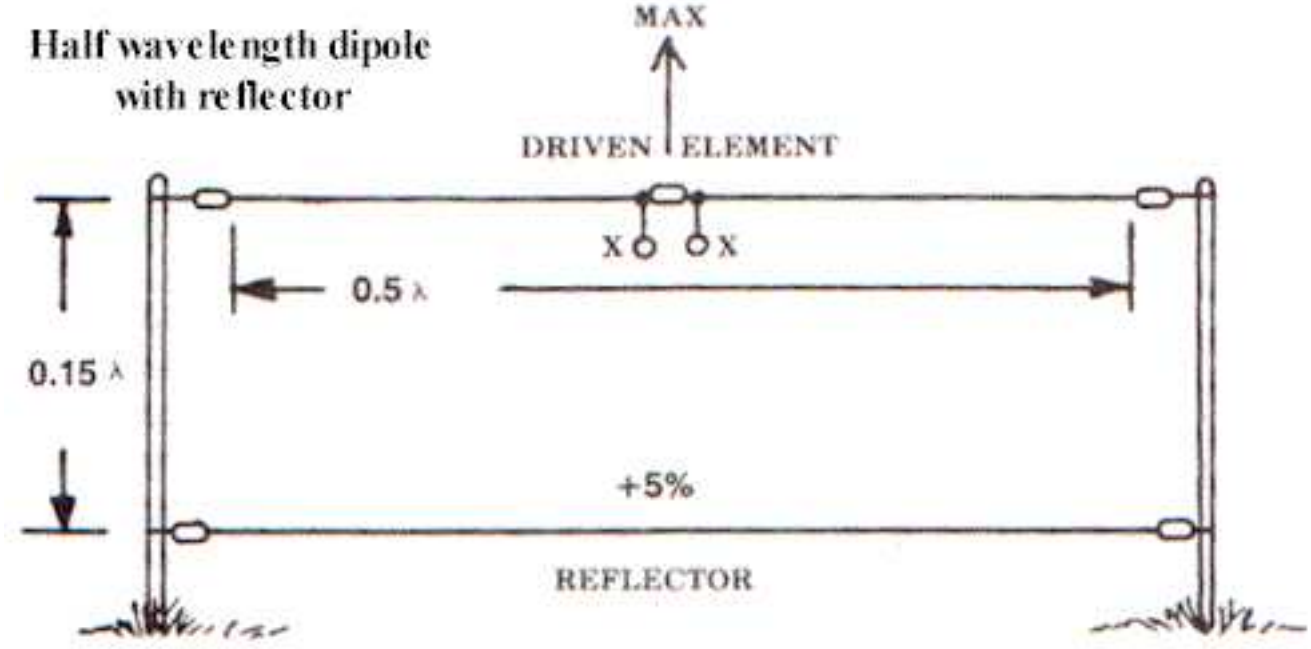
Хорошие результаты дают горизонтальный диполь и Inverted V, расположенные на высоте 0,1...0,15 l над землей. Земля в этом случае служит естественным, и довольно неплохим рефлектором, направляя излучение вертикально вверх. Входное сопротивление полуволнового диполя, расположенного горизонтально, и невысоко над землей, заметно понижается, и надо подумать о его согласовании.

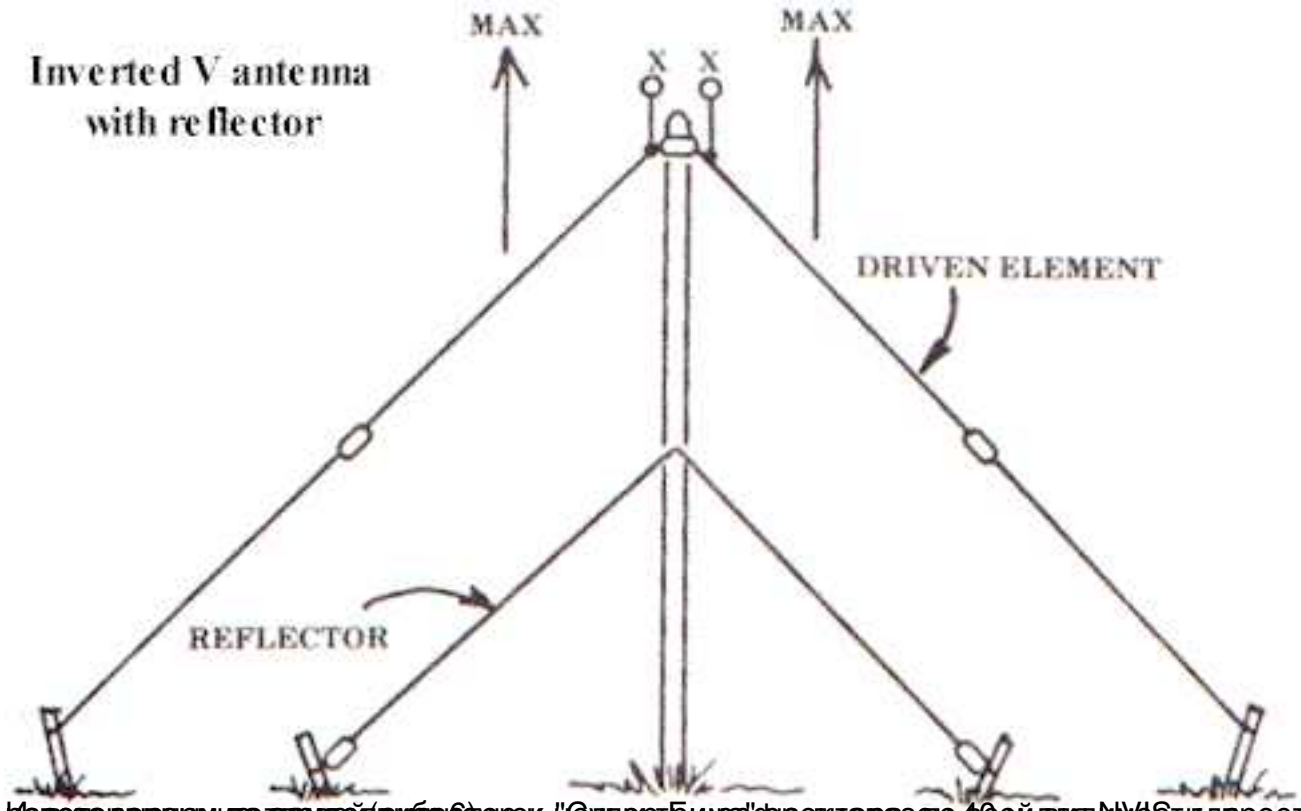
В ряде случаев на сухой земле и на скальных грунтах возможно вообще не поднимать антенну, расстелив ее просто по земле. Потери при этом, конечно, больше, но в экстренных ситуациях, когда речь идет хоть о какой то связи, по сравнению с ее полным отсутствием, это может оказаться радикальным выходом из положения.

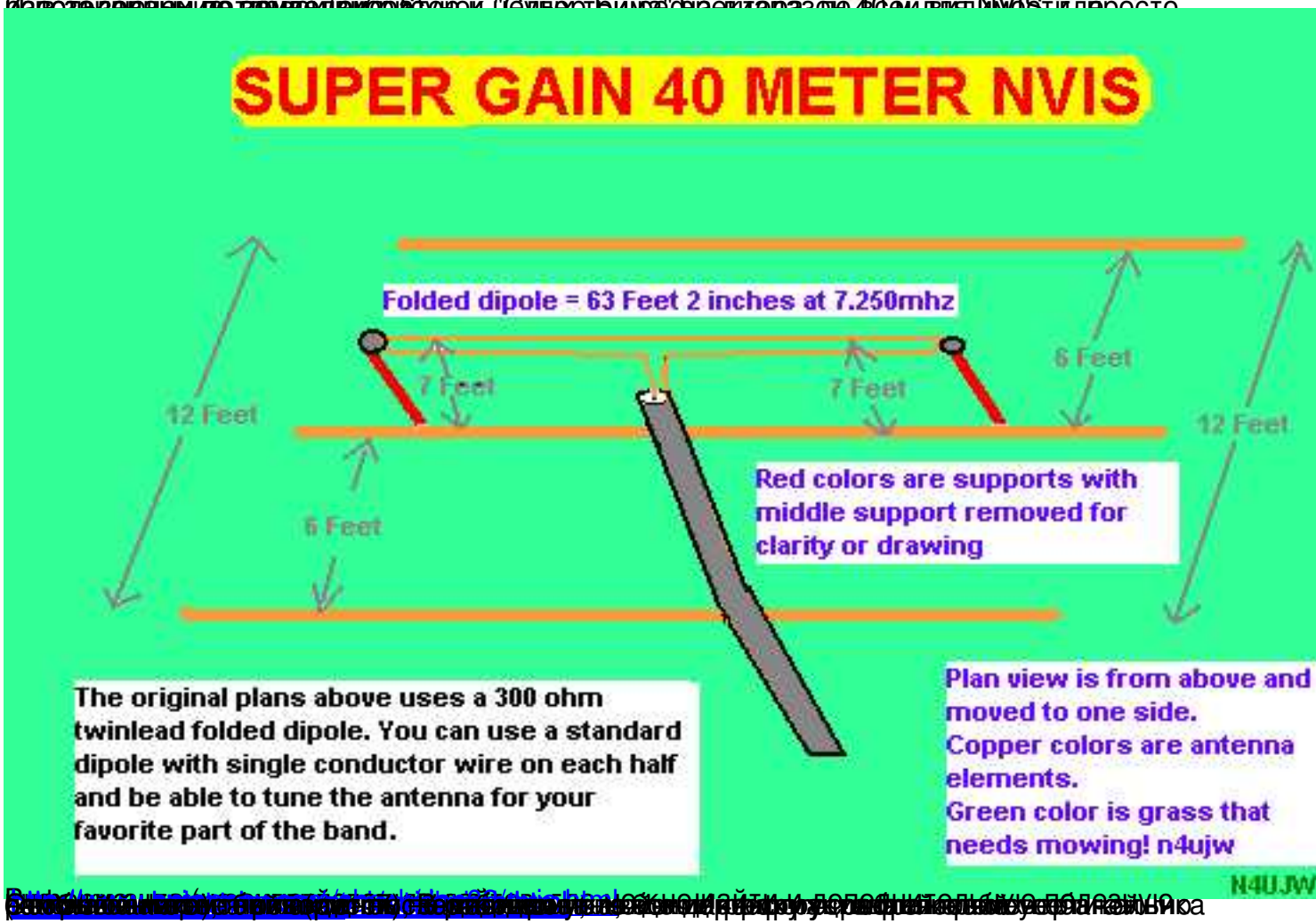
Другой вариант, предложенный военными, состоит в использовании штатной штыревой антенны, которой оборудовано транспортное средство, со своим согласующим устройством. Антенну просто отгибают в сторону любыми подручными средствами (рис. 3), например, с помощью веревки. Пример из книги Near Vertical Incidence Skywave Communications привелRichard Morrow, K5CNF.



An example from the book




Inverted V antenna
with reflector
MAX
MAX
X
X
DRIVEN ELEMENT
REFLECTOR


SUPER GAIN 40 METER NVIS
Folded dipole = 63 Feet 2 inches at 7.250mhz
12 Feet
7 Feet
7 Feet
6 Feet
12 Feet
6 Feet
Red colors are supports with middle support removed for clarity or drawing
The original plans above uses a 300 ohm twinlead folded dipole. You can use a standard dipole with single conductor wire on each half and be able to tune the antenna for your favorite part of the band.
Plan view is from above and moved to one side.
Copper colors are antenna elements.
Green color is grass that needs mowing! n4ujw
N4UJW



23.07.07. В. Поляков, RA3AAE