

УДК 621.396.967.15

В.Д. Карлов¹, Н.Н. Петрушенко², Е.В. Лукашук³, А.В. Челпанов¹¹Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков²Военная часть А0102, Винница³ОАО «АО научно-исследовательский институт радиотехнических измерений», Харьков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРОПОСФЕРНЫХ РАДИОВОЛНОВОДОВ НАД МОРЕМ

В статье рассмотрены проблемы, стоящие перед радиолокационными станциями приморского базирования. Приведены результаты экспериментальных исследований параметров, условий возникновения и существования тропосферных радиоволноводов над морской поверхностью. Определена зависимость параметров тропосферных радиоволноводов от скорости ветра. Установлена зависимость существования и качества тропосферных радиоволноводов от времени года и времени суток.

Ключевые слова: приповерхностный, приподнятый радиоволноводы; метеопараметры.

Введение

Постановка проблемы: одной из задач стоящих перед радиотехническими системами обнаружения и измерения параметров воздушных целей, является увеличение дальности прямой видимости. Особенно остро эта задача стоит перед радиотехническими системами приморского базирования, поскольку при ограниченных высотах подъема антенных систем и малых, и предельно малых высотах полета воздушных целей, реализовать значительные дальности, необходимые для принятия решений о противодействии средствам воздушного нападения затруднительно. Однако, как показывают исследования [6, 7] увеличение дальности обнаружения надводных целей можно обеспечить в условиях существования радиоволноводов над морем. Вместе с тем изучению параметров этих радиоволноводов в настоящее время уделено недостаточно внимания. В связи с этим в данной работе приведены результаты экспериментальных исследований метеопараметров в акватории Черного моря в условиях существования радиоволноводов.

Цель статьи: привести результаты экспериментальных исследований параметров тропосферных радиоволноводов над Чёрным морем.

Основная часть

На основании теории распространения радиоволн (РРВ) над морем проведем экспериментальные исследования.

Экспериментальные данные о метеопараметрах в прибрежных районах и над Чёрным морем в известной литературе [1 – 4] в основном посвящены изучению приповерхностного радиоволновода. Выявлено [2, 5, 4], что в зависимости от погодных условий и от времени года верхняя граница приповерхностного радиоволновода простирается от еди-

ниц метров до десятков метров.

Летом верхняя граница радиоволновода обычно сосредоточена в диапазоне высот от 10 до 60 метров. В зимнее время она может достигать высоты до 10 метров [3]. Однако, данные о радиоволноводах, опубликованные в [1 – 4], имеют в основном отрывочную информацию по времени. Они получены в основном в летнее время и не привязаны по пространству. Кроме этого, не проводилось глобального изучения действия ветров в районе Чёрного моря.

В связи с этим, были обобщены данные, полученные на метеорологических станциях Чёрноморского бассейна (Керчь, Феодосия, Севастополь, Евпатория), а также данные о направлении и скорости ветра, полученные со спутника серии NOAA в Севастопольском гидрометеорологическом институте. Остановимся на более характерных данных, полученных при проведении исследований. В процессе работы обобщались данные о скорости ветра над Чёрным морем. Обобщение проводилось ежемесячно, из рассмотрения исключались аномальные дни (бури, штормы). Для примера, на рис. 1 приведена карта Черноморского бассейна, на которой продемонстрированы изолинии фронтов ветра зафиксированные 15 июля 2007 года.

Устойчивая картина наблюдалась с 12 часов до 18 часов. Сила ветра над Чёрным морем не превышала 1 – 3 м/с. Устойчивый фронт наблюдался в западной части Чёрного моря. От северо-западной до юго-восточной части Чёрного моря проходил фронт штиля. Южнее этого фронта наблюдалось изменение направления ветра на противоположное. Пространственный масштаб области фронта ветра составлял от единиц сотен километров до полутора тысяч километров. Анализ полученных данных свидетельствовал о том, что над Чёрным морем суще-

становили зони устійчивих ветров. Об этом свидетельствуют данные представленные на рис. 2, где приведена статистика скорости ветра в Черноморском бассейне за период с 1999 по 2007 годы.

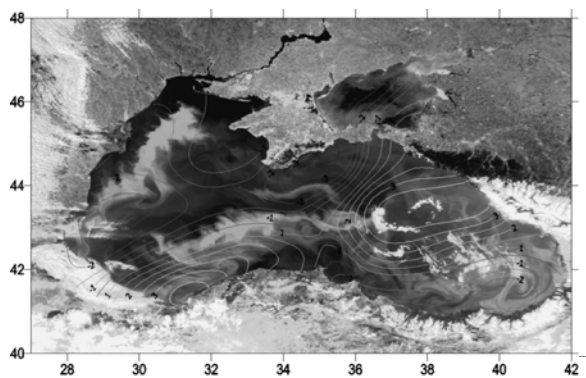


Рис.1. Карта Черноморского бассейна с изолиниями ветра

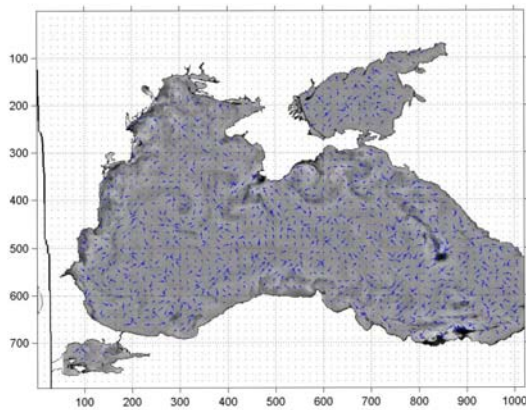


Рис. 2. Усредненные значения ветра за период с 1999 по 2007 год

Для изучения диапазона возможных значений скорости и направления перемещения воздушных масс, проводились измерения указанных параметров в районах городов Евпатория, Севастополь, Феодосия, Керчь. Наиболее изменчивые значения направления перемещения воздушных масс были зафиксированы в районе г. Севастополь. Диапазон изменения скорости ветра составлял от полного штиля (0 м/с) до 5 м/с. Если весной и летом усиление ветра (до 3 – 4 м/с) было зафиксировано в утренние часы (с 6 до 12 часов), то в осенние месяцы усиление ветра (до 4 – 5 м/с) наблюдалось в интервале 12 – 18 часов. В зимние месяцы ветровая нагрузка (4 – 5 м/с) достигала своего максимума вечером (ноябрь), а иногда (декабрь) и в ночное (19 – 24 часа) время. В некоторых случаях (особенно осенью и зимой) наблюдалось увеличение скорости ветра до 10 м/с. Для примера, на рис. 3 – 10 приведены гистограммы скорости ветра за период с мая 2007 года (рис. 3) по декабрь 2007 года (рис. 4), которые иллюстрируют сезонное изменение скорости ветра.

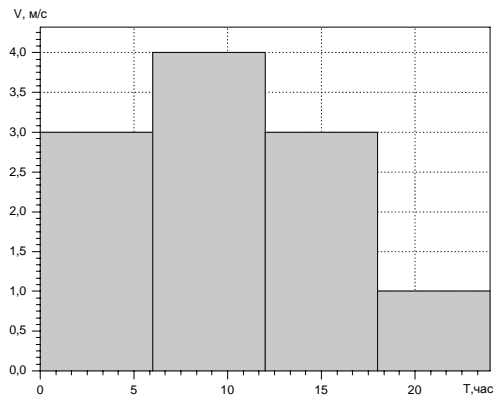


Рис. 3. Гистограмма скорости ветра за май 2007 года

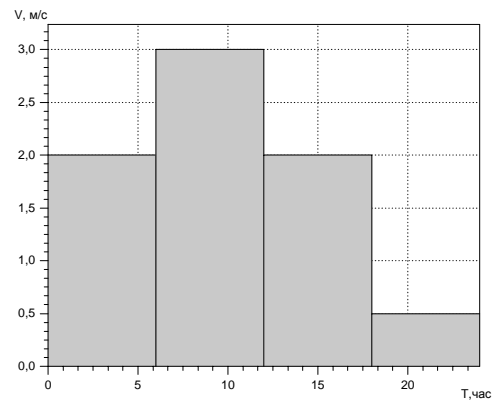


Рис. 4. Гистограмма скорости ветра за июнь 2007 года

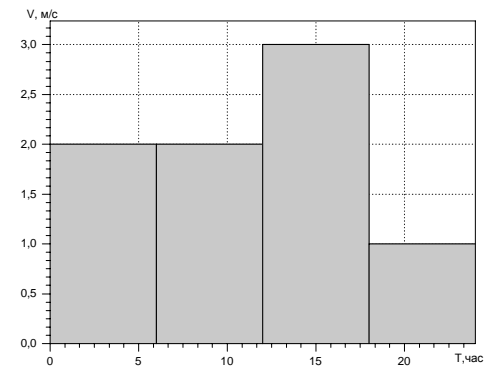


Рис. 5. Гистограмма скорости ветра за июль 2007 года

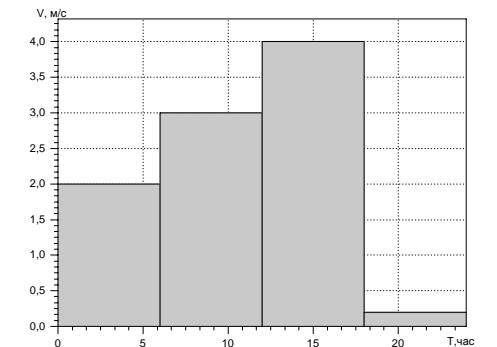


Рис. 6. Гистограмма скорости ветра за август 2007 года

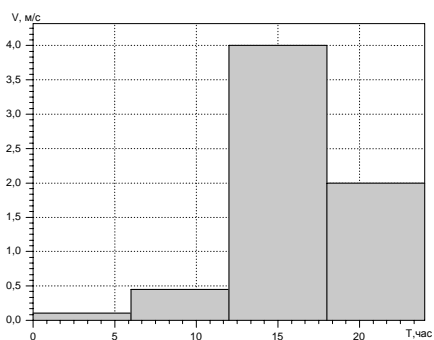


Рис. 7. Гистограмма скорости ветра за сентябрь 2007 года

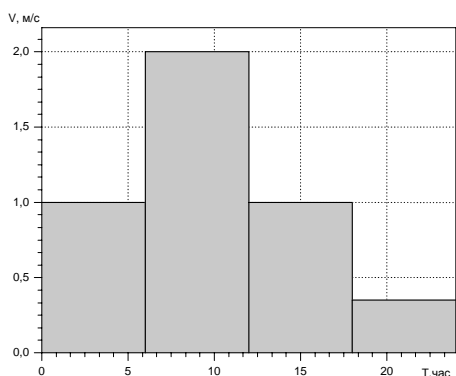


Рис. 8. Гистограмма скорости ветра за октябрь 2007 года

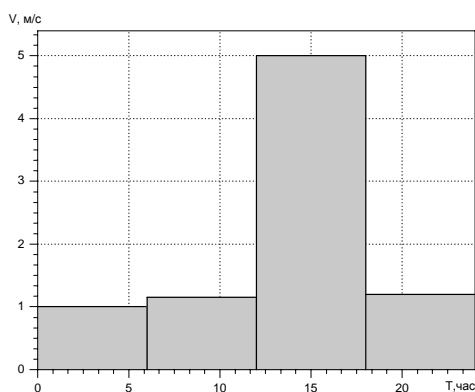


Рис. 9. Гистограмма скорости ветра за ноябрь 2007 года

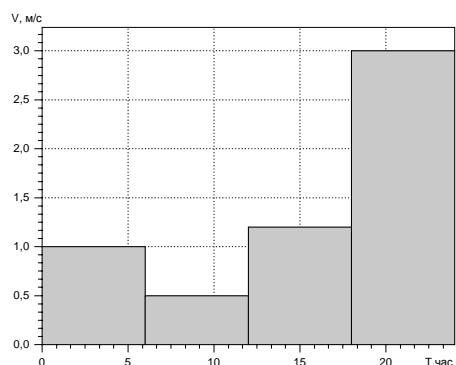


Рис. 10. Гистограмма скорости ветра за декабрь 2007 года

Характерные изменения в направлении ветра в районе Севастополя проиллюстрированы на рис. 11 – 17. На рис. 11 – 17 приведены данные усреднений за период с мая по ноябрь 2007 года.

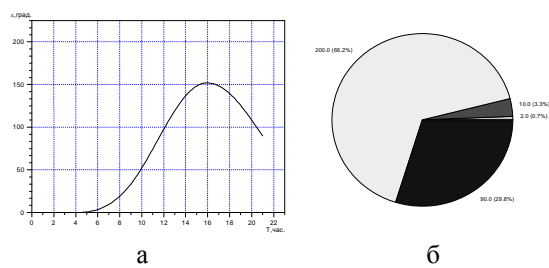


Рис. 11. Усредненные данные направления ветра за май 2007 года:
а – в течении суток; б – в течении месяца

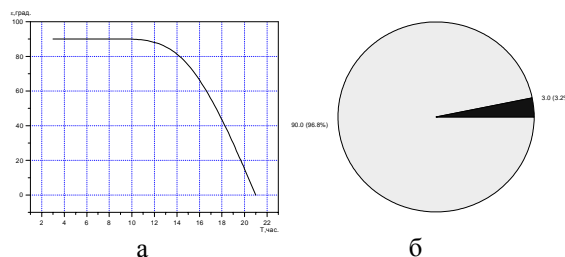


Рис. 12. Усредненные данные направления ветра за июнь 2007 года:
а – в течении суток; б – в течении месяца

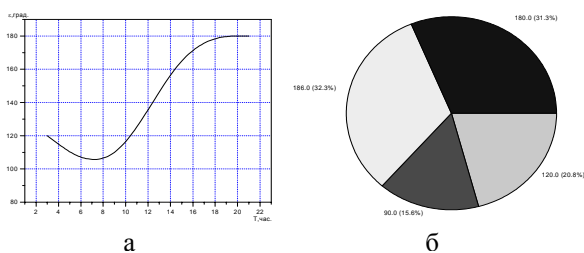


Рис. 13. Усредненные данные направления ветра за июль 2007 года:
а – в течении суток; б – в течении месяца

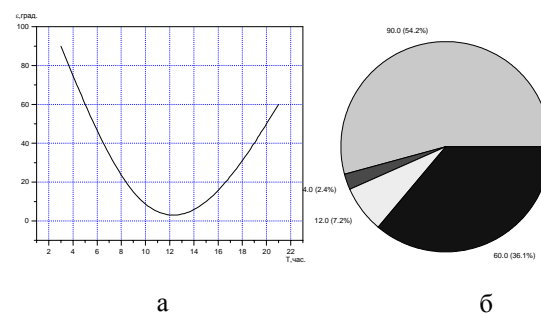


Рис. 14. Усредненные данные направления ветра за август 2007 года:
а – в течении суток; б – в течении месяца

Выводы

Анализируя полученные данные видно, что в утренние часы обычно дует с берега на море, а в вечернее с моря на берег. Возможно, изменение скорости ветра составляет от нуля (0 м/с, полный штиль) до 10 м/с (устойчивый бриз). При экспериментальных исследованиях определена зависимость параметров тропосферных радиоволноводов от скорости ветра.

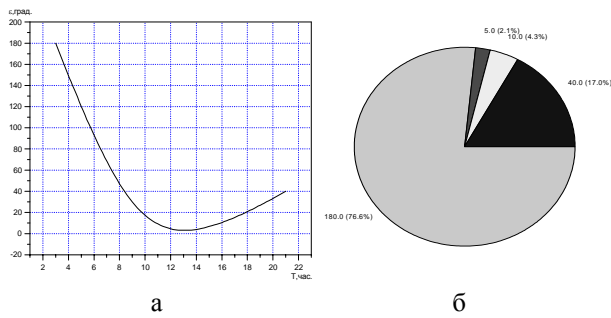


Рис. 15. Усредненные данные направления ветра за сентябрь 2007 года:
а – в течении суток; б – в течении месяца

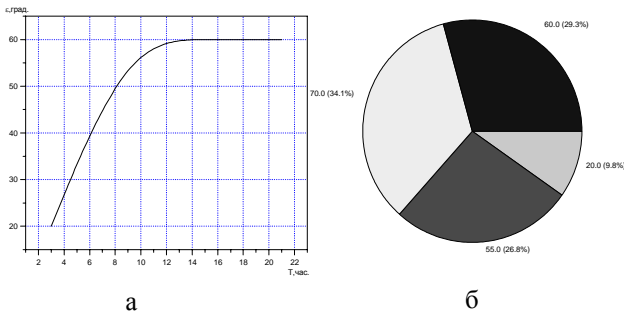


Рис. 16. Усредненные данные направления ветра за октябрь 2007 года:
а – в течении суток; б – в течении месяца

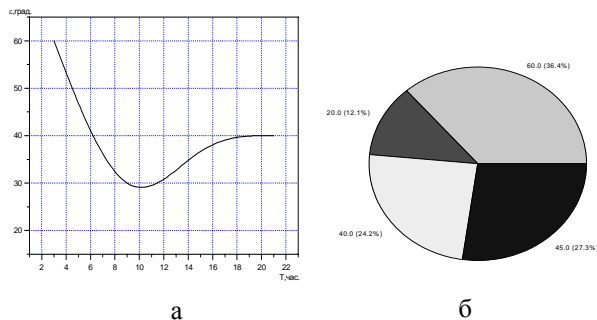


Рис. 17. Усредненные данные направления ветра за ноябрь 2007 года:
а – в течении суток; б – в течении месяца

Установлено, что с увеличением скорости ветра возрастает морское волнение и перемешивание

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРОПОСФЕРНИХ РАДІОХВИЛЕВОДІВ НАД МОРЕМ

В.Д. Карлов, М.М. Петрушенко, О.В. Лукашук, А.В. Челпанов

У статті розглянуті проблеми, що стоять перед станціями радіолокацій приморського базування. Приведені результати експериментальних досліджень параметрів, умов виникнення і існування тропосферних радіохвильоводів над морською поверхнею. Визначена залежність параметрів тропосферних радіохвильоводів від швидкості вітру. Встановлена залежність існування і якості тропосферних радіохвильоводів від пори року і часу доби.

Ключові слова: приповерхній, підведений радіохвильоводи; метеопараметри.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PARAMETERS OF TROPOSPHERIC RADIO WAVE GUIDES ABOVE THE SEA

V.D. Karlov, N.N. Petrusenko, H.V. Lukashuk, A.V. Chelpanov

Problems, standings before the stations of radio-locations of the seashore basing, are considered in the article. The results of experimental researches of parameters are resulted, terms of origin and existence of radiowaveguides of tropospheres above a marine surface. Dependence of parameters of radiowaveguides of tropospheres is certain on speed of wind. Dependence of existence and quality of radiowaveguides of tropospheres is set on time of year and time of days.

Keywords: surface, raised radiowaveguides; meteofactors.

атмосферы, что не благоприятствует образованию волноводных каналов, а также – ветер увеличивает скорость испарения, что является благоприятным для образования волновода. В результате обобщения метеорологических данных установлено, что в случае, если над морем распространяется сухая и малоувлажнённая воздушная масса, то возможно сверхдальнее РРВ. В период июнь-сентябрь в случае распространения таких воздушных масс РРВ в тропосферных радиоволноводах фиксировалось непрерывно по 10 – 30 часов, а иногда 10 – 15 суток с перерывом 3 – 6 часов в ночные и утренние часы.

Список литературы

1. Кукушкин А.В. Загоризонтное распространение ультракоротких радиоволн над морем / А.В. Кукушкин, В.Д. Фрейлихер, И.М. Фукс // Известия вузов. Радиофизика. – 1987. – Т. XXX, № 7. – С. 811-839.
2. Лобкова Л.М. Распространение радиоволн над морской поверхностью / Л.М. Лобкова. – М.: Радио и связь, 1991. – 255 с.
3. Экспериментальное исследование флуктуаций сигнала на морской трассе / О.М. Лобкова, А.И. Надобенко и др. // Приборостроение. – 1981. – Вып. 31. – С. 31-37.
4. Розробка регіональної системи радіолокаційного спостереження маловисотних, малорозмірних та високошвидкісних цілей на основі комплексування засобів радіотехнічних військ протиповітряної оборони, дальнього виявлення та сторонніх джерел випромінювання: Звіт про НДР (проміжний). Шифр “Поле-98”, ХУ ПС. – Х., 2005. – 305 с.
5. Гоноровский В.М. Распространение волн в турбулентной атмосфере / В.М. Гоноровский. – М.: Наука, 1978. – 272 с.
6. Иванов В.К. Распространение УК радиоволн над морем: дис. ... д-ра. физ.-мат. наук: 01.04.03 / В.К. Иванов. – Х.: ИРЭ АН Украины, 1994. – 201 с.
7. Исследование распространения радиоволн на морских трассах в диапазоне сантиметровых, дециметровых и метровых волн. Отчёт о НИР ИРЭ АН Украины; ГР № 81076089. – Х., 1985. – 135 с.

Поступила в редколлегию 17.10.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.И. Карпенко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.