

УДК 621.396

ДИСТАНЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ СБОРА, АНАЛИЗА ЧАСТОТНОЙ И ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКИ КОРОТКОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

Козубцов И.Н.

Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Киев, e-mail: kozubtsov@mail.ru

Цель статьи заключается в рассмотрении возможности использования дистанционного подхода к построению системы сбора, анализа частотной и помеховой обстановки коротковолнового диапазона частот. Для достижения этой цели в научной статье автором рассмотрена прикладная задача по обоснованию реализации анализа частотной и помеховой обстановки коротковолнового диапазона частот в условиях отсутствия возможности построения частотно-диспетчерской службы. Наличие этой информации необходимо при организации радиосвязи в коротковолновом диапазоне частот. В статье рассмотрены только два практических варианта и пути решения научной задачи. Из рассмотренных вариантов выбран наиболее приемлемый для реализации. Во всех предложенных вариантах необходимо наличие доступа к сети Интернет. Отличительной особенностью этих вариантов является подход в обеспечении сбора и передачи интересующей информации, а именно о частотной и помеховой обстановке коротковолнового диапазона частот. В практической части рассмотрены краткие функциональные возможности и принцип работы современных радиоприемников, построенных по SDR технологии. Отдельно рассмотрены программно-независимые радиоприемники по технологии WebSDR, которая приобрела массовую популярность у радиолюбителей. Практическое применение предложенного решения можно найти как в силовых структурах, так и при построении резервной системы связи, а также радиолюбителям в отдельном взятом случае.

Ключевые слова: анализ, радиосвязь, короткие волны, помеховая обстановка, частотная обстановка, дистанционный метод

REMOTE APPROACH TO BUILDING A SYSTEM OF COLLECTING, ANALYZING FREQUENCY AND NOISE CONDITIONS SHORT-WAVE FREQUENCY RANGE

Kozubtsov I.N.

Military Institute of Telecommunications and Information, Kiev, e-mail: kozubtsov@mail.ru

The purpose of the article is to consider the possibility of using a remote approach to the construction of a system for collecting, analyzing the frequency and noise situation of the high frequency range. To achieve this goal in the scientific article the author considers the applied problem for the justification of the implementation of frequency analysis and noise conditions high frequency range in the absence of the possibility of constructing a frequency-control service. The presence of this information is necessary for the organization of radio communication in the short wave frequency range. The article discusses only two practical options and ways to solve the scientific problem. Of the options considered, the most acceptable for implementation is selected. In all proposed options, you must have access to the Internet. A distinctive feature of these options is the approach to ensure the collection and transmission of information of interest, namely the frequency and noise environment of the short-range frequencies. In the practical part deals with the brief functionality and operation of modern radio, built on SDR technology. Separately considered software-independent radios technology WebSDR, which has gained a lot of popularity among radio Amateurs. The practical application of the proposed solution can be found both in power structures and in the construction of a backup communication system, as well as Amateur radio in a separate case.

Keywords: analysis, radio communication, short waves, noise environment, frequency environment, remote method

*Постановка проблемы исследования.
Связь ее с важными научными заданиями*

Как уже известно, надежность и качество работы средств коротковолновой (КВ) радиосвязи зависит от множественного числа параметров, а именно: условий распространения радиоволн коротковолнового диапазона; мощности радиопередатчика; типа антенн (конфигурации, диаграммы направленности, коэффициента усиления) и тому подобного. Казалось бы, этих исходных данных достаточно для обеспечения радиосвязи с заданной надежностью, однако реальная практика показывает, что этого совсем не достаточно. Необходимо, чтобы функционировала частотно-диспетчерская

служба (ЧДС). Следует отметить, что ЧДС существовала лишь в вооружённых силах СССР. Гражданская система радиосвязи, как правило, использовала месячные данные, издаваемые ИЗМИРАН.

Однако, в том и другом случае при организации радиосвязи в большей мере интересует нас помеховая обстановка, которая образуется как от естественных (прогнозируемых), так и от случайных (непрогнозируемых) источников. И при централизованном проектировании радиолинии важно оценить этот уровень случайных помех в точке приема. Однако ряд помех и препятствий невозможно предусмотреть методами статистического анализа на пункте, даже с помощью ЧДС. Поэтому оператору очень важно знать

реальную помеховую обстановку. С этой задачей справлялись возвратно-наклоненные (ВНЗ) зондирования ионосферы. Но поскольку при решении этой задачи применение ВНЗ не предусматривается, т.е. прием как ограничение. Таким образом, предметом нашего исследования является обоснование дистанционного метода анализа частотной и помеховой обстановки в точке расположения вероятного корреспондента.

Анализ исследований и публикаций

Классические методы активного зондирования ионосферы (ВЗ, НЗ, ЗНЗ) описаны в фундаментальной работе [1]. В работе [2] сделана аналитическая оценка состояния методов прогнозирования оптимальных рабочих частот (ОРЧ) коротковолнового диапазона, в результате которого сделан вывод об отсутствии средств, необходимых для восстановления ЧДС, подобной той, которая имела в вооруженных силах СССР. Но и применение проверенного временем метода номограмм выбора ОРЧ в пределах максимально применимой (МПЧ) и минимально применимой (НПЧ) частот не удовлетворяет потребности как служб узлов связи, так и радиолюбителей.

Анализ публикаций последнего десятилетия показал, что модернизация и использование КВ радиосвязи имеет еще перспективные направления развития [3]. Однако остается актуальной проблема обеспечения своевременного контроля состояния декаметровых радиолоний. От качества радиолоний зависит устойчивость функционирования систем КВ радиосвязи. Предложенный аппаратно-программный комплекс технического контроля декаметровых радиолоний [4] не удовлетворяет требованиям по технической простоте реализации. Поэтому, предлагается рассмотреть возможные варианты построения систем контроля за состоянием декаметровых радиолоний и таким образом обеспечить своевременную частотно-временную адаптацию систем КВ радиосвязи к условиям распространения радиоволн декаметрового диапазона.

Формулировка цели статьи

Цель статьи заключается в рассмотрении возможности использования дистанционного подхода в построении системы сбора, анализа частотной и помеховой обстановки коротковолнового диапазона частот.

Результат исследования

Решение данной практической проблемы возможно лишь в комплексном подходе учета ключевых факторов, которые рассмотрим как отдельные подзадачи.

Задача 1. Построение системы анализа частотной и помеховой обстановки КВ-диапазона.

Для функционирования предлагаемой системы анализа частотной и помеховой обстановки КВ-диапазона предлагается создать систему из набора известных радиомаяков. По качеству прохождения сигнала от радиомаяков рассчитывается полосо ОРЧ. Однако в данном случае существует упущение качественной оценки помеховой обстановки в точке приема. Не всегда возможно обеспечить радиосвязь лишь одной мощностью передатчика и надеждой в прохождение радиоволн в данном направлении. В качестве помех могут быть маломощные радиостанции, которые обслуживают зону покрытия земной волной или помехи от радиостанций ионосферной волной, сигнал которой поступил с противоположной стороны.

Для избегания данных проблем и решения данной задачи предлагается образовать систему сотовых зон, в которых планируется расположение приемников анализаторов спектра КВ-диапазона.

Пределами зон может выступать административно-территориальное деление страны по областям. Необходимо учитывать, что сотовые зоны могут пересекаться в радиусе уверенного радиоприема, как это изображено на рис. 1.

В результате образуется выборочная зона пространственно расположенных радиоприемников (анализаторов спектра). Объединить в целую систему их не стоит сложного труда, например, предложив один из методов дистанционного управления.

Задача 2. Выбор средств реализации системы анализа частотной и помеховой обстановки КВ-диапазона

Вариант № 1. Построение системы анализа частотной и помеховой обстановки КВ-диапазона с использованием сканирующего радиоприемного устройства. Возможность сканирующих радиоприемных устройств более подробно рассмотрены в работах [5; 6].

Функциональные возможности реализации системы анализа частотной и помеховой обстановки КВ-диапазона раскрываются при использовании панорамного радиоприемного устройства типа «Галактика-М2», внешний вид которого представлен на рис. 2.

Управление приемником осуществляется посредством интерфейса USB ver.1.1 или RS-232 программным обеспечением компьютера, что разработано заводом-производителем ООО «Научно-технический центр радиотехнических систем Академии наук прикладной радиоэлектроники» (НТЦ РТС АН ПРЭ) [7]. Программный интерфейс изображен на рис. 3.

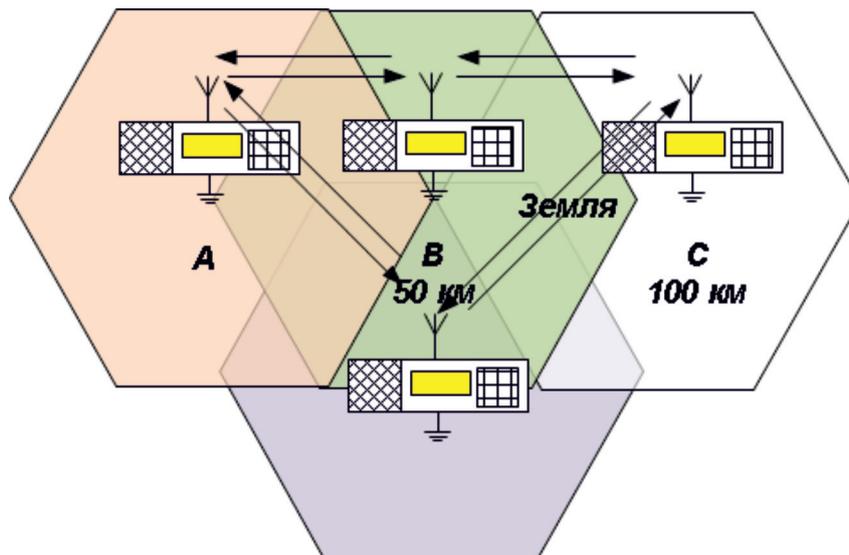


Рис. 1. Сотовый подход к построению структуры зоны анализа частотной и помеховой обстановки КВ-диапазона



Рис. 2. Внешний вид радиоприемного устройства типа «Галактика-М2»

Техническим решением по обеспечению дистанционного управления интерфейсом радиоприемника «Галактика М2» может выступать, например, применение программного обеспечения (ПЗ) дистанционного управления рабочим столом TeamViewer. Но только в этом случае нужно подключение компьютера к сети Интернет.

Недостатками этого подхода для варианта № 1 следует назвать:

- во-первых, необходимость обустройства стационарного рабочего места оператора;
- во-вторых, отсутствие возможности одновременного использования приемника операторами ЧДС разных постов;
- в-третьих, обязательное подключение компьютера к сети Интернет;
- в-четвертых, неисключительно зависание ПЗ TeamViewer.

Вариант № 2. Построение системы анализа частотной и помеховой обстановки КВ-диапазона на базе Software Defined Radio. Принцип работы радиоприемного устройства SDR основывается на принципе оцифровывания принятого радиосигнала и дальнейшей его обработки в цифровой форме. При этом технология прямого цифрового преобразования и прямого цифрового синтеза с диапазонными фильтрами [8] в результате позволяет получить максимально высокие характеристики приёмного тракта [9].

Рассмотрим SDR радиоприемник KiwiSDR [10]. Уникальность данного радиоприемника заключается в том, что он обеспечивает непрерывное перекрытие частотного диапазона от 10 кГц до 30 МГц. Режимы демодуляции: AM, AMN, LSB, USB, CW, CWN, NBFM. Пример монтажной платы приемника SDR приведен на рис. 4.

Применение же радиоприемника типа DVB-T TV USB в режиме SDR несколько усложняется решение задачи № 2 приема сигналов ниже 30 МГц. Для этого потребуются подключить КВ-конвертер «upconverter», который перенесет полосу частот 1,5–30 МГц выше. Поскольку USB ТВ-тюнера DVB-T SDR на чипе RTL2832U + R820T (RTL2832U + R820T2) способен обеспечить радиоприем всех радиостанций, работающих в диапазонах частот от 24 МГц до 2,2 ГГц. Полоса пропускания SDR приемника составляет 3,2 МГц. В этой полосе видно все радиостанции одновременно. Возможно применить SDR в режиме прямой оцифров-

ки. В таком случае принятый сигнал будет обработан не R820T, а непосредственно RTL2832U [11]. USB ТВ-тюнера DVB-T SDR обеспечивает демодуляцию: AM, FM, WFM, NFM, CW, SSB. Уникальность данного радиоприемника – не нужна отдельная звуковая карта, достаточно только вставить его в разъем USB компьютера или планшета, предварительно установив драйверы. Устройство сразу готово к работе.

Несколько иначе решается задача применения программно-независимого радиоприемника WebSDR. Данный комплекс состоит из приемника и антенны, которые расположены в определенной точке приема. Рассмотрим принцип работы WebSDR. Это радиоприемник, подключенный к интернету, который позволяет большому количеству

пользователей одновременно настраивать его принимать радиостанции. Для этого достаточно через интернет зайти на страницу web-сайта.

Полоса пропускания приемного устройства WebSDR практически перекрывает всю полосу частот спектра КВ-диапазона. Поэтому принятый приемным устройством WebSDR радиосигнал не обрабатывается, а сразу транслируется по TCP/IP всем пользователям, которые загрузили в браузере WebSDR. Программное обеспечение на стороне клиента принимает этот поток и обрабатывает фильтрами и демодуляторами в соответствии с режимом, который пользователь установит. Программный интерфейс радиоприемника Wide-band WebSDR представлен на рис. 5.

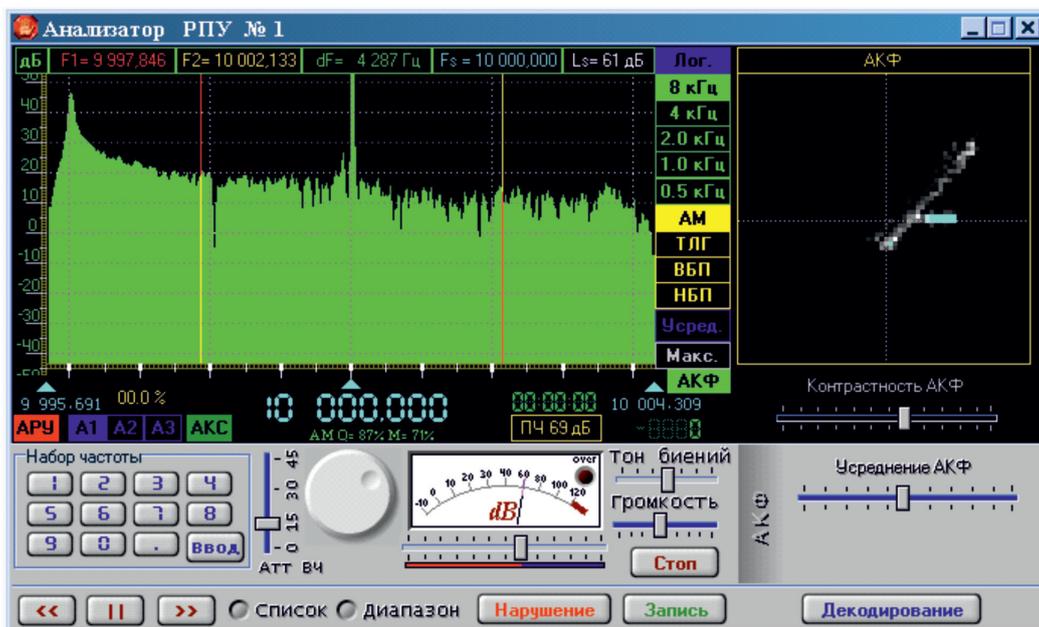


Рис. 3. Программный интерфейс радиоприемника «Галактика М2»



Рис. 4. Плата радиоприемника SDR KiwiSDR

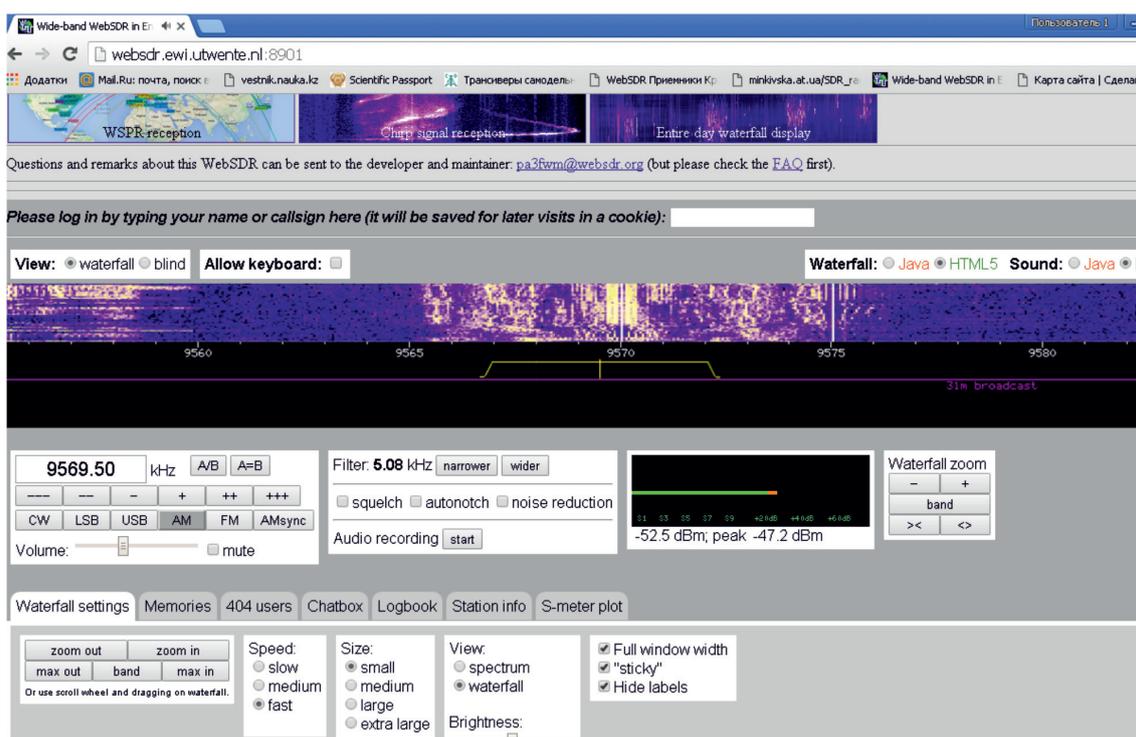


Рис. 5. Программный интерфейс радиоприемника Wide-band WebSDR

Следовательно, для реализации этого варианта нужно лишь компьютер, подключенный к сети Интернет. На веб-странице есть возможность прослушивать и настройки для управления SDR приемником. Например, типичный WebSDR [12] обеспечивает прием радиосигналов следующих модуляций: CW, LSB, USB, AM, FM, AMsync. Частоту настраивания приемника можно изменять с шагом 100 Гц, 1 кГц, 5 кГц, а также в режиме плавного изменения частоты. Полосу пропускания полосного фильтра можно изменять плавно в диапазоне от 300 Гц до 13,53 кГц, чем обеспечивается качество приема и разборчивость демодуляции радиосигнала. Предусмотрено запоминание частот и полосы, а впоследствии трансформация в формате Microsoft Excel.

В отличие от других веб-приемников, это устройство может быть настроено несколькими пользователями одновременно, благодаря использованию Software-Defined Radio. Для организации поста анализа необходимы также компьютер и сеть Интернет. Но в отличие все же от того же варианта № 1 отсутствует необходимость в ПЗ TeamViewer или ей подобных.

Выводы

Таким образом, можно сформулировать следующие выводы:

– в данной статье решена прикладная задача по обеспечению организации системы анализа частотной и помеховой обстановки КВ-диапазона, частот дистанционным подходом в условиях отсутствия возможности построения частотно-диспетчерской службы;

– рассмотрены два варианта решения, из которых выбран наиболее приемлемый вариант. Отличием является подход в обеспечении сбора и передачи интересующей информации о частотной и помеховой обстановке коротковолнового диапазона частот. Однако во всех предложенных вариантах необходимо наличие сети Интернет.

Практическое применение предложенного решения можно найти как в силовых структурах при построении резервной системы связи, так и радиолюбителям в отдельном взятом случае.

Список литературы

1. Головин О.В. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи / О.В. Головин, С.П. Простов; под ред. проф. О.В. Головина. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 598 с.
2. Козубцов И.М. Оценка состояния методов прогнозирования оптимальных рабочих частот декаметрового диапазона / И.М. Козубцов // Наука и техника Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины. – 2011. – № 2. – С. 102–106.
3. Станович А.В. Определение перспективных направлений развития систем КВ радиосвязи и обоснование необходимости их учета в процессе развития радиосредств отечественного производства / А.В. Станович, А. Мищенко,

В.С. Легкобит, П.П. Кисиленко // Сборник научных трудов ВИТИ НТУУ «КПИ». – 2012. – № 2. – С. 84–89.

4. Жолдасов Е.С. Аппаратно-программный комплекс технического контроля декаметровых радиолоний / Е.С. Жолдасов, Г.А. Жуков, И.Н. Фатюхин, Н.П. Будко // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2013. – № 3. – С. 24–27.

5. Дьяконов В.П. Современные цифровые анализаторы спектра / В.П. Дьяконов // Компоненты и технологии. – 2010. – № 5. – С. 185–195.

6. Афонский А.А. Цифровые анализаторы спектра, сигналов и логики / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов. – М.: Солон-Пресс, 2009. – 248 с.

7. Профессиональное радиоприемное устройство HF диапазона частот с цифровой обработкой сигналов «Галактика». Техническое описание. – Харьков: ООО НТЦРТС АН ПРЭ, 2009. – 3 с.

8. Прямой цифровой синтез // Электронный журнал «Радио Лоцман». – 2012. – № 11. – С. 21–27.

9. Николашин Ю.Л. Повышение эффективности функционирования декаметровых радиолоний / Ю.Л. Николашин, П.А. Будко, Е.С. Жолдасов, Г.А. Жуков // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2015. – № 2. – С. 4–10.

10. KiwiSDR: Wide-band SDR + GPS cape for the Beagle-Bone Black [Electronic resource] // – Access mode URL: <http://www.kiwisdr.com/KiwiSDR/index.html> (дата обращения: 17.03.2018).

11. Uprava SDR prijimace s RTL2832U a R820T [Electronic resource] // – Access mode URL: <https://blog.brichacek.net/uprava-sdr-prijimace-s-rtl2832u-a-r820t> (дата обращения: 17.03.2018).

12. Wide-band WebSDR [Electronic resource] // Wide-band WebSDR. – Access mode URL: <http://websdr.ewi.utwente.nl:8901> (дата обращения: 17.03.2018).