

SOFTWARE DEFINED RADIO AS PART OF COGNITIVE RADIO

Dyanko K. Hubenov, Rosen Atanasov Bogdanov

***Abstract:** This paper shows the advantages of software defined radios (SDR) over conventional radios. Also a quick overview of different types of SDR was made. The architecture of cognitive radio concept is presented with SDR being a basic component, along with other cognitive components for dynamic radio spectrum management.*

***Keywords:** SDR, cognitive radio, radio spectrum management*

СОФТУЕРНО ДЕФИНИРАНОТО РАДИО КАТО ЧАСТ ОТ КОГНИТИВНОТО РАДИО

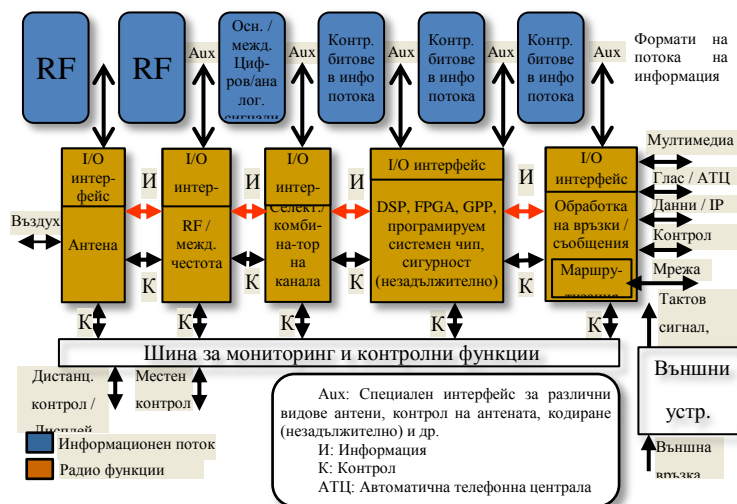
Дянко К. Хубенов, Росен Атанасов Богданов

*Национален военен университет „Васил Левски“,
Факултет „Артилерия, ПВО и КИС“,
гр. Шумен, ул. „Карел Шкорпил“ 1
e-mail: d_hubenov@abv.bg, rab61@abv.bg*

Въведение

Последните десетилетия се характеризират с експоненциално нарастване на начините и средствата за радиокомуникация на потребителите – данни, глас, видео, текстови съобщения, комуникации за управление и контрол и други. В тази променена нова реалност се изисква лесно и икономически ефективно модифициране на използваните радиоустройства. Софтуерно дефинираното радио SDR (Software Defined Radio) като технология за развитие на комуникациите предоставя гъвкавост и ефективност на разходите и мощността. Множество определения могат да бъдат намерени за софтуерно дефинираното радио, но едно широко използвано определение дефинира SDR като „Радио, в което някои или всички функции на физическия слой са софтуерно дефинирани“.

Традиционните радиоустройства, базирани на хардуер, ограничават функционалността и могат да бъдат променяни само чрез физическа намеса. Това води до по-високи производствени разходи и минимална гъвкавост при поддържане на множеството стандарти за разпространение. За разлика от тях, технологията на софтуерно дефинираното радио осигурява ефективно и сравнително евтино решение на този проблем, като позволява проектирането на многорежимни, многогичестотно лентови и/или многофункционални безжични устройства, които могат да бъдат подобрени във всеки един момент с помощта на софтуерни ъпгрейди. Разбира се апаратурата за такъв вид дейност трябва да отговаря на високи изисквания и да включва голям набор от антени за различните сензори, както и компоненти за анализиране на сигнала. Системния софтуер на SDR устройства се състои от широк набор от модули за различни нужди като: контрол на всички сензори и потока на информацията с наличното оборудване, анализ, обработка и съхранение на цялата получена и разпозната информация и система за база данни, както и за различни видове отчети [1].



Фигура 1. Примерен модел на SDR

Както е показано на фиг. 1, SDR определя набор от хардуерни и софтуерни технологии, където някои или всички функции на радиостанциите (наричани още обработки на физическия слой) се осъществяват чрез модифициран софтуер или фърмуер, работещ с програмируеми технологии за обработка. Тези устройствата включват полеви програмируеми масиви FPGA (Field Programmable Gate Arrays), цифрови сигнални процесори DSP (Digital Signal Processors), процесори с общо предназначение GPP (General Purpose Processors), програмируема система в чипа SoC (System on Chip) или други програмируеми процесори със специфично приложение. Използването на тези технологии позволява добавяне на нови безжични функции и способности към съществуващите радиосистеми, без да се изисква добавянето на нов хардуер в тях.

1. Предимства на софтуерно дефинираното радио

Технологията се използва не защото е иновативна или фантастична, но тъй като е доказано, че тя успешно решава проблемите на конкретен пазар. Има много примери за приемане на SDR, като само в областта на отбраната успешно проектираните софтуерни радиостанции са хиляди.

За производителите на радиооборудване SDR позволява:

- Внедряване на семейство от модели радиооборудване, които да се произвеждат като се използва обща платформа за реализиране на архитектурата им.
- Софтуерът да се използва повторно в радиопродуктите, намалявайки драстично вложените средства.
- Безжично управление или друго дистанционно препрограмиране, което позволява отстраняване на програмни грешки, които се проявяват докато радиоустройството е в експлоатация.
- Намаляване на времето и разходите, свързани с работата и поддръжка на радиоустройството.

За доставчиците на радиоуслуги SDR позволява:

- Нови функции и възможности, които да се добавят към съществуващата инфраструктура, без да са необходими големи нови капиталови разходи, което позволява на доставчиците на услуги да доразвият своите радиомрежи.
- Използване на обща радио платформа за множество пазари, което значително намалява логистичната поддръжка и оперативните разходи.
- Изтегляне на отдалечен софтуер, чрез което капацитетът може да бъде увеличен, Надстройки за нови способности могат да бъдат активирани и могат да се вмъкват нови функции, генериращи приходи.

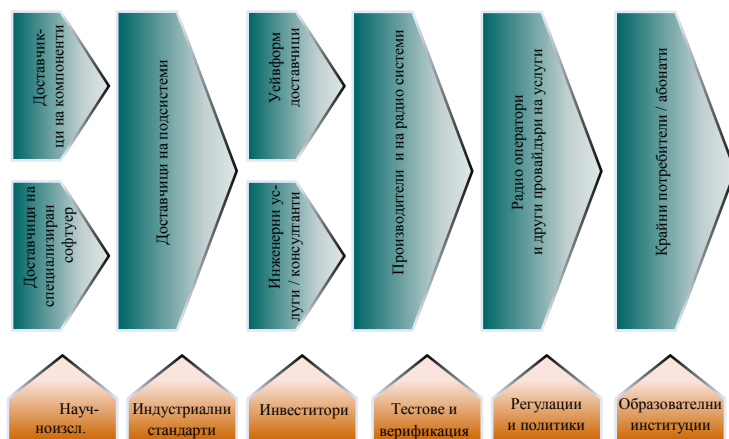
За крайните потребители SDR технологията позволява:

- Намаляване на разходите за повсеместната безжична връзка, позволявайки комуникация винаги с всеки при необходимост и по най-подходящия за това начин.

- Клетъчните радиокommunikационни системи все повече използват програмируеми обработващи устройства за създаване на обща платформа или много честотно лентови и много протоколни базови станции, поддържащи множество стандарти на клетъчни системи.
- Клетъчните телефони все по-често използват устройства от вида система в чипа SoC (System on a Chip), които включват програмируеми DSP ядра, за да поддържат обработката на бейсбанд сигнал.
- Сателитните модеми на комерсиални цели и тези за отбраната широко използват програмируеми устройства за обработка на междинни честоти и обработката на бейсбанд сигнала.

Въпреки че много системи често не се предлагат на пазара като SDR, те се възползват от SDR технологиите за решаване на специфични за пазара проблеми като например: разходи за развитие, производствени разходи, разходи за надграждане и поддръжка, време за пускане на пазара при разработка на нови и усъвършенствани стандарти за въздушен интерфейс или проблеми, свързани с оперативната съвместимост на мрежата. Освен това проучванията на пазара на SDR показват, че ефективните радиочестотни технологии, поддържащи функциите на софтуерно дефинираното радио в широк спектрален диапазон са започнали да се развиват, което позволява за пръв път използването на софтуер, дефиниран като радио технология, за реализиране на системи за достъп с динамичен спектър с когнитивна или интелигентна радио функционалност. Тази тенденция се очаква да продължи, като позволи на SDR да постигне окончателно предвиденото намаляване на разходите за предоставяне на достъп на крайните потребители.

Ползите и очакваните възможности за SDR технологиите имат значително въздействие върху веригата от добавени стойности на безжичната индустрия. Тази верига се състои от продукти и услуги с добавена стойност на всеки етап, което води до проектиране на крайни SDR продукти и услуги, които отговарят на нуждите на потребителите и абонатите на безжичните системи. На различни етапи от веригата доставчиците могат да бъдат подпомагани от външни организации като образователни институции, изследователски лаборатории, органи за стандартизация в бранша, инвеститори и правителства. Веригата и взаимоотношенията в нея са показани на фиг. 2



Фигура 2. Верига на добавените стойности

Някои компании могат да представляват повече от една категория във веригата на добавените стойности. Например, някои производители разработват свои собствени SDR подсистеми и софтуерни приложения. Също така повечето доставчици на компоненти предоставят и инструменти за SDR разработка. SDR има значителни последици в рамките на веригата, засягащи различни организации и индустриални сектори чрез радиочестотната (RF) верига (предни крайни компоненти, разработчици на софтуер, производители на чипове и т.н.) и в рамките на бизнес режимите (доставчици на услуги, OEMs, IP притежатели и т.н.).

2. Видове SDR системи

Към SDR не се предявяват изисквания да поддържа всички възможни типове радио устройства, но SDR технологиите могат да осигурят гъвкавост, необходима за постигането на пълния по-

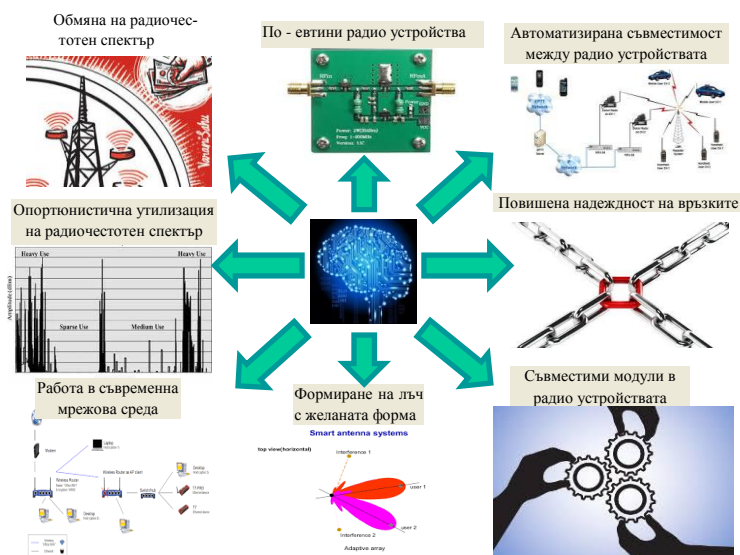
тенциал на устройствата, като спомогнат за намаляване на разходите и повишаване на ефективността на системата.

2.1. Адаптивно радио

Адаптивното радио е радио, в което комуникационните системи имат средства за наблюдение на собствените си резултати и промяна на оперативните си параметри с цел тяхното подобряване. Използването на SDR технологиите в адаптивна радиосистема позволява по-голяма свобода на адаптация и по този начин по-високи нива на ефективност и по-добри резултати в качеството на услугата, предоставяна от комуникационната връзка.

2.2. Когнитивно радио

Когнитивното радио (фиг. 3) е радио, в което комуникационните системи следят вътрешното състояние и околната среда, като местоположение и използване на радио честотния спектър. Те могат да вземат решения за тяхното радиоуправление и поведение чрез анализиране на тази информация при предварително зададени цели. Като такова, когнитивното радио е дефинирано така, че да използва софтуерно дефинирано радио, адаптивно радио и други технологии, които автоматично да коригират своето поведение или операции, за да постигнат желаните цели. Използването на тези елементи е от решаващо значение, за да се позволи на крайните потребители да използват оптимално наличния честотен спектър и безжичните мрежи с общ радио хардуер. Това намалява разходите за крайния потребител, като същевременно му позволява да комуникира с всеки, когато има нужда и по различни начини.



Фигура 3. Възможности на когнитивното радио

Таблица 1. Подобряване на ефективността на съществуващите системи чрез когнитивно радио

Нови приложения чрез CR	Повишени параметри на ефективността чрез CR
<ul style="list-style-type: none"> • Динамичен достъп до спектъра DSA • Самоорганизиращи се мрежи • Когнитивни системи за заглушаване • Когнитивни шлюзове / мостове • Радиочестотен спектър в реално време • Синтезирано MIMO • Когнитивно управление на спектъра • Когнитивно маршрутизиране 	<ul style="list-style-type: none"> • Подобряване на използването и ефективността на радиочестотния спектър • Подобряване на оперативната съвместимост между наследени и новосъздадени системи • Подобряване на надеждността на връзките • По-евтини радиостанции • Подобряване на SDR технологиите • Удължен живот на батерията • Разширено покритие

2.3. Интелигентно радио

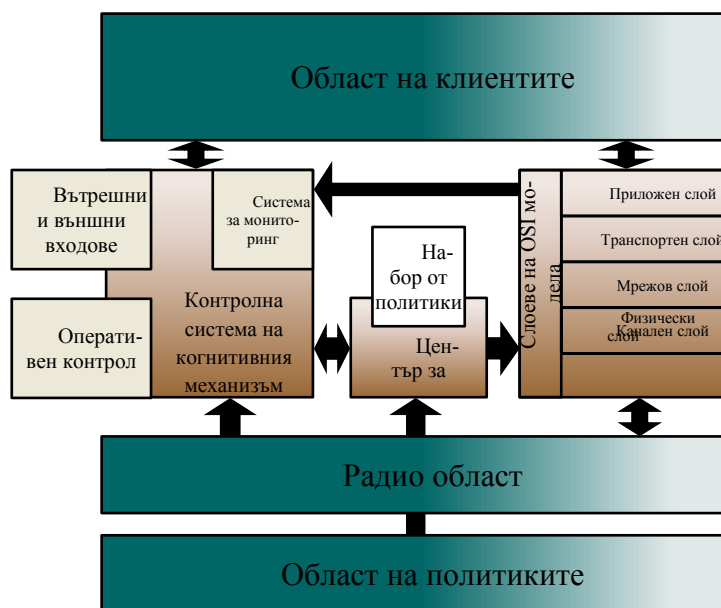
Интелигентното радио е когнитивно радио, което може да се самообучава. Това позволява на когнитивното радио да подобри начините, по които се адаптира към промените в производителността и околната среда и по този начин по-добре да обслужва нуждите на крайния потребител.

В допълнение към използването на SDR технологиите, адаптивното радио, интелигентното радио и когнитивните радиосистеми могат да използват динамичен достъп до спектъра DSA (), което позволява на системите да избират честотния спектър, в който ще работят на дадено място и за даден период от време с цел оптимизиране на използването на наличния спектър и за избягване на смущения с други радиостанции или други системи.

3. Архитектура на концепцията за когнитивно радио

Когнитивното радио има две основни подсистеми: когнитивна, която взема решения въз основа на различни входове и SDR, чийто оперативен софтуер осигурява възможните режими на работа. Освен това в архитектурата на когнитивно радио често се включва и отделна сензорна система за измерване на сигналната среда, за да се определи присъствието на други потребители или услуги. Важно е да се отбележи, че тези подсистеми не дефинират непременно отделно оборудване, а могат да включват компоненти, които се разпространяват в цялата мрежа. В резултат когнитивното радио често се нарича когнитивна радиосистема или когнитивна мрежа.

Когнитивното устройство е разделено на две части, както е показано на блоковата схема на фиг. 4. Първата част, наречена „когнитивна“, се опитва да намери решение или да оптимизира целта за изпълнение въз основа на получените входове, определящи текущото вътрешно състояние и оперативната среда на радиото. Втората част, наречена „център за политики“, се използва, за да гарантира, че решението, осигурено от когнитивната част, е в съответствие с регулаторните правила и други политики извън радиото.



Фигура 4. Архитектура на когнитивната радио концепция

4. Компоненти, поддържащи динамичния достъп до радиочестотния спектър на когнитивно радио

Поддръжката на когнитивния радио и динамичен достъп до спектъра изисква редица базови технологии.

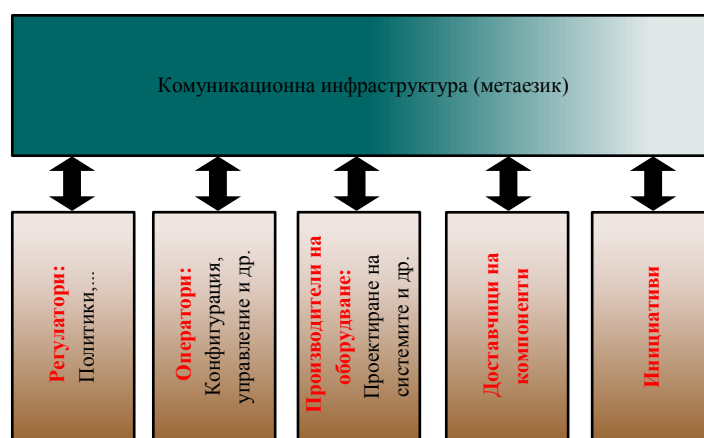
4.1. Архитектура на информационните процеси

Основният проблем е разбирането на текущото състояние на сложните информационни системи и свързаните с тях подсистеми за комуникация, за да се определи как да се подобрят от гледна точка на процеса и да се анализират възможностите за взаимодействие с други системи.

Архитектурата на информационния процес решава този проблем, като предоставя модел „отгоре надолу“ и серия от инструменти за изобразяване на структурата на сложните системи, за да помогне при определянето, проектирането и избора на съответните когнитивни радиообработващи процеси и да улесни по-доброто разбиране на структурата и взаимоотношенията между системите, които обхващат потребителските домейни.

4.2. Език за моделиране (метаезик)

Необходими са гъвкави и ефикасни комуникационни протоколи между модерните радиосистеми и подсистеми за поддръжка на функции от следващо поколение, като вертикална и хоризонтална мобилност, информираност за спектъра, адаптиране на динамичния спектър, оптимизация на формата на съхнала, обмен на функции и усъвършенствани приложения. Език за моделиране, изграден върху подробни случаи на използване и определяне на план за сигнализация, изисквания и технически анализ на информационния обмен, осигурява основата за разработване на спецификации и стандарти в подкрепа на тези възможности. Език за моделиране или мета езика (фиг. 5), изразен на формален декларативен език, който е машинно четим, определя комуникационната инфраструктура на когнитивното радио.



Фигура 5. Метаезик

4.3. Карта на околната радиосреда

Работата на когнитивната част изисква данни и метаданни, определящи спектралната среда, в която даден терминал работи в даден момент от времето. Наричани „карта на околната радиосреда“, тези данни могат да включват информация за най-икономичните трансакции в областта на радиочестотния спектър, отпаданията, предаванията, наличните мрежи и услуги. Данните, които се съдържат в картата, се получават отчасти чрез сканиране и синтезиране на измервания от много радиостанции и могат да се съхраняват в база данни, която може да бъде достъпна дистанционно от когнитивната част. Изискванията за структурата на базата данни, позволяващи този достъп включва стандартизирани структури на база данни, форматите на данните и функционалността трябва да бъдат дефинирани, за да поддържат гъвкавостта, необходима за внедряване на настоящи и бъдещи когнитивни приложения за радиочестотен спектър.

4.4. Тестови измервания

Когнитивните радиостанции представляват уникални тестови предизвикателства при количественото определяне на ефективността на критични функции като сензори за спектъра, избягване на смущения, производителност на базата данни и спазване на зададените правила. Тестовите методологии, които поддържат тези предизвикателства, трябва да бъдат разработени, трябва да се обмислят редица хардуерни платформи, протоколи, алгоритми, случаи на използване и изисквания на заинтересованите страни. Трябва да се вземат предвид функционалността и производителността на тестовото оборудване, тестовите интерфейси и режимите на изпитване.

References:

1. Nikolov, L., Slavyanov, Kr. BENEFITS AND FEATURES OF A COMINT SOFTWARE. Научна конференция „Новата парадигма за сигурност в киберпространството“, Сборник научни трудове – Шумен 2014. ISBN 978-954-9681-49-9, p. 288
 2. SDR forum, SDRF Cognitive Radio Definitions,
http://www.sdrforum.org/pages/documentLibrary/documents/SDRF-06-R-0011-V1_0_0.pdf ,
November 2007
 3. Wireless Innovation Forum, Quantifying the Benefits of Cognitive Radio,
https://www.wirelessinnovation.org/assets/work_products/Reports/winnf-09-p-0012-v1_0_0-cr_quantification_document.pdf , December 2010
- Wireless Innovation Forum, Value Chain,
<http://www.wirelessinnovation.org/assets/documents/SoftwareDefinedRadio.pdf> , 2005