

SERVICE MODELS OF CLOUD SOFTWARE-DEFINED RADIO

МОДЕЛИ НА УСЛУГИТЕ НА ОБЛАЧНА СОФТУЕРНО-ДЕФИНИРАНА РАДИОСТАНЦИЯ

Ivan Penchev Ivanov

„C4I Systems Development” Directorate, Defence Institute „Prof. Tsvetan Lazarov“, 2
“Prof. Tsvetan Lazarov” Blvd., 1592 Sofia, Bulgaria, phone: +359 2 9221822,
e-mail: i.p.ivanov@di.mod.bg

Иван Пенчев Иванов

Дирекция „Развитие на системите С4I”, Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“,
бул. „Проф. Цветан Лазаров“ №2, 1592 София, България, тел.: +359 2 9221822,
e-mail: i.p.ivanov@di.mod.bg

Keywords: software-defined radio, cloud computing, service models

Abstract – Cloud computing and software-defined radios are promising concepts in the evolution of modern radio communication systems. Joint usage of these two technologies allows development of new architectures related to spatial distribution of the blocks of the radio and translocation of computing in the cloud. In the presented material the opportunities that integration of cloud computing and software-defined radio provides for the implementation of new models of services in modern communication networks and systems are shown. Proposed architectural models of services will allow the formation of new solutions for the development and use of cloud-based radio communication systems.

Резюме – Облачните изчисления и софтуерно-дефинираните радиостанции са перспективни концепции в развитието на съвременните радиокомуникационни системи. Съвместното използване на тези две технологии позволява формирането на нови архитектури, свързани с пространствено разпределение на блоковете на радиостанцията и изнасянето на изчисленията в облака. В представения материал са показани възможностите, които интегрирането на облачните изчисления и софтуерно-дефинираната радиостанция предоставя за реализация на нови модели на услугите в съвременните комуникационни мрежи и системи. Предложените архитектурни модели на услуги ще позволят формирането на нови решения за изграждането и използването на облачно-базирани радиокомуникационни системи.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Облачните изчисления и софтуерно-дефинираните радиостанции (СДР) са перспективни концепции при изграждането на съвременните радиокомуникационни системи. Обединяването на тези две технологии позволява формирането на нови архитектури, свързани с пространствено разпределение на блоковете на базовите станции, точките за радиодостъп и др.

и изнасянето на изчисленията в облака. В областта на информационните системи, използването на инфраструктура разположена в облака се превръща в традиционни архитектурно решение. В същото време, за предоставянето на радиокомуникационни услуги преобладаващо е използването на собствена, несподелена между потребителите инфраструктура. Интерес представлява изследването на моделите на услугите, предоставяни на потребителите от изнесена в облака софтуерно-дефинирана радиостанция (облачна софтуерно-дефинирана радиостанция).

2. ОСНОВНИ ПОДДЪРЖАЩИ ТЕХНОЛОГИИ И АРХИТЕКТУРА НА ОБЛАЧНА СОФТУЕРНО-ДЕФИНИРАНА РАДИОСТАНЦИЯ

1.1 Облачни услуги

Съгласно препоръка SP800-145 на Националния институт по стандартизация и технологии (NIST) на САЩ, облачните услуги (cloud computing) или облака за краткост е “модел за осигуряване на повсеместен, удобен и при поискване мрежови достъп до общ набор от конфигурируеми изчислителни ресурси (например мрежи, сървъри, масиви за съхранение, приложения и услуги), които могат да бъдат бързо предоставени за ползване и освободени с минимални усилия по управлението или взаимодействието с доставчик на услуги”[4]. Определението на NIST характеризира важни аспекти на облака и е предназначено да служи като средство за сравнения на облачните услуги и стратегиите по внедряването, както и да се осигури основа за обсъждане на широк кръг от въпроси - от това какво са облачни изчисления, до това как най-добре да се използва облака. Дефинираните модели на услугите и внедряването (развърщането) образуват проста таксономия, която не е предназначена да предписва или ограничава всеки конкретен метод на внедряване, предоставяне на услуги или бизнес дейност.

Предложеният в [4] възглед се състои от пет съществени характеристики, три модела на услугите и четири модела за внедряване (развърщане). Визуално това определение е представено на фиг.1.



Фиг. 1. Обобщен модел на облачните изчисления.

Облачните изчисления предлагат три модела на услугите:

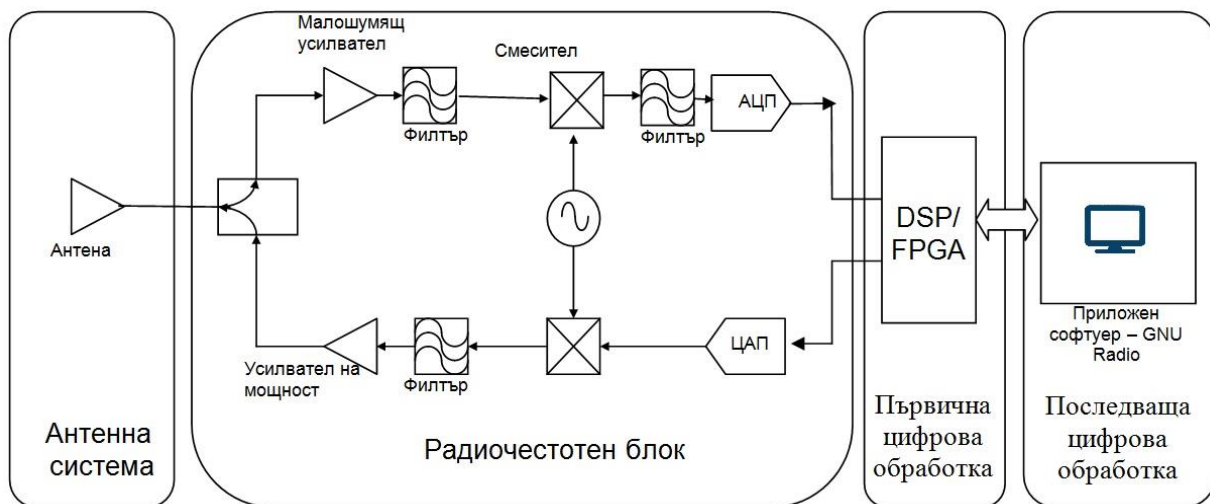
- **Софтуер като услуга (SaaS).** Тази услуга предоставя способност на потребителя да използва приложения на доставчика, работещи на облачната инфраструктура чрез различни клиентски устройства(програми) - от тънки клиенти като например уеб браузър (например уеб-базирана поща) до програмни интерфейси.

- **Платформата като услуга (PaaS).** Тази услуга предоставя способност на потребителя да разположи върху облачната инфраструктура приложения, създадени с помощта на езиците за програмиране, библиотеки, услуги и инструменти, осигурени от доставчика.

- **Инфраструктура като услуга (IaaS).** Тази услуга предоставя способност на потребителя да използва изчислителни ресурси, дискови устройства за съхранение, мрежи и други основни компютърни ресурси, на които потребителят е в състояние да разположи и стартира произволен софтуер - операционни системи и приложения.

1.2 Софтуерно-дефинирана радиостанция

Софтуерно-дефинираната радиостанция (СДР) е съвременна технология за изграждане на радиочестотни приемо-предаватели, предлагаща гъвкави архитектури при изграждането на радиокомуникационни мрежи[1,2,3]. Една от основните характеристики на СДР е, че обработката в основна лента е програмируема и се извършва от цифров сигнален процесор и/или персонален компютър. Обобщена блокова схема на СДР е показана на фиг.2.

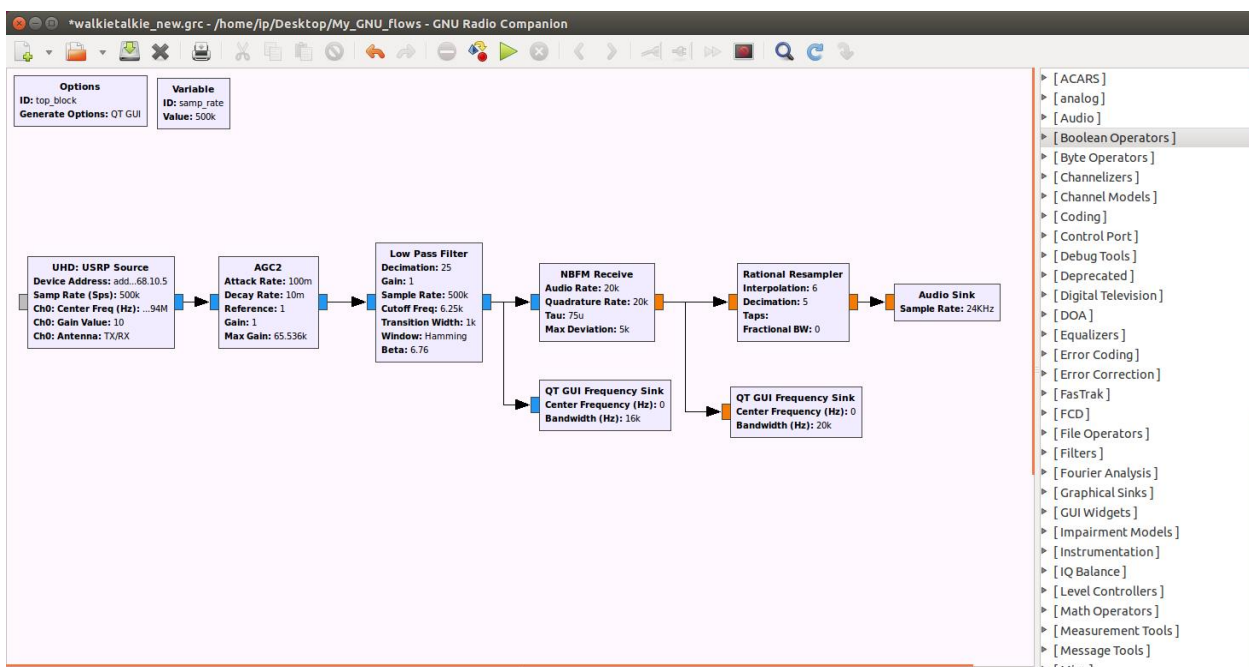


Фиг. 2. Обобщена блокова схема на софтуерно-дефинирана радиостанция.

Архитектурата на типична СДР се състои от четири основни блока – антенна система, радиочестотен блок, блок за първична обработка в основна лента и блок за вторична обработка в основна лента. Последващата цифрова обработка в основна лента се извършва от приложен софтуер и персонален компютър. Някои от по-известните приложения, използвани в СДР са GNU Radio, Matlab, LabVIEW, SystemVue и др. GNU Radio е безплатна и с отворен

код среда за разработка, която осигурява разнообразни блокове за обработка на сигнала при реализирането на софтуерни радиостанции.

На фиг.3 е показано блоково приложение (flow graph) на теснолентов едноканален приемник с честотна модулация, за нелицензирания честотен диапазон за свободно ползване, базиран на СДР USRP N210, приложен софтуер GNU Radio и графична среда GNU Radio Companion. Всички блокове на фиг.3 са програмни модули, написани на езика C++, обединени в пълнофункционално приложение (flow graph) на езика Python чрез графичната среда GNU Radio Companion.



Фиг.3. Блоково приложение (flow graph) на теснолентов едноканален приемник, реализиран в средата на GNU Radio

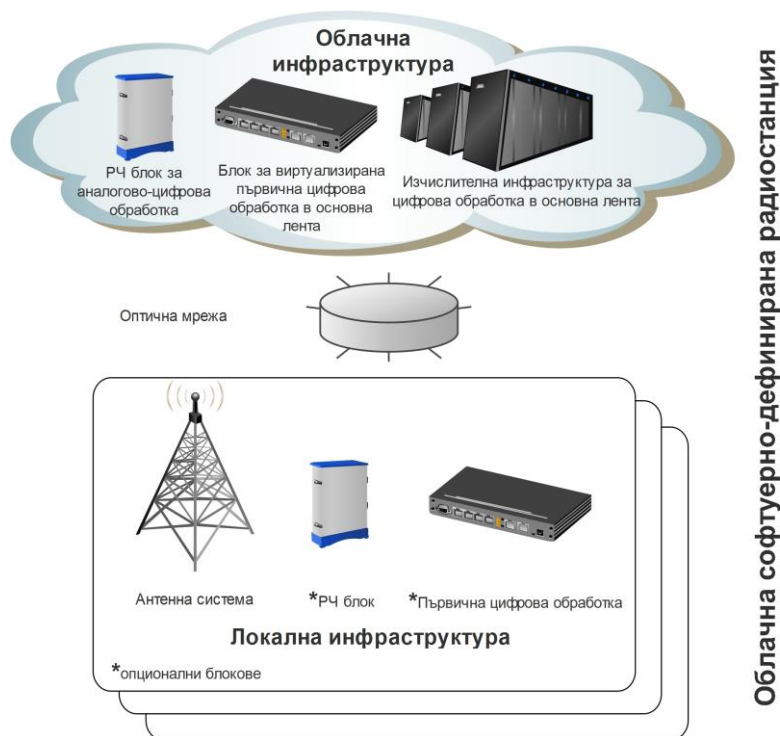
Комплексният сигнал от изхода на СДР N210, през блок за автоматично регулиране (AGC) на усилването, се подава на нискочестотен филтър (Low Pass Filter) с лента на пропускане $0 \div 6,25$ kHz. Резултатният сигнал се демодулира от блока NBFM Receive и се подава на аудио изхода на компютъра.

1.3 Облачна софтуерно-дефинирана радиостанция

Развитието на облачните изчисления и услуги, платформите за софтуерно-дефинирани радиостанции и стабилната пътна карта за следващи версии на мрежовия интерфейс Ethernet предлагат нови решения в архитектурата на перспективните радиостанции. В [1] се предлага изнасянето на различни елементи от приемо-предавателя в облака и формирането на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция.

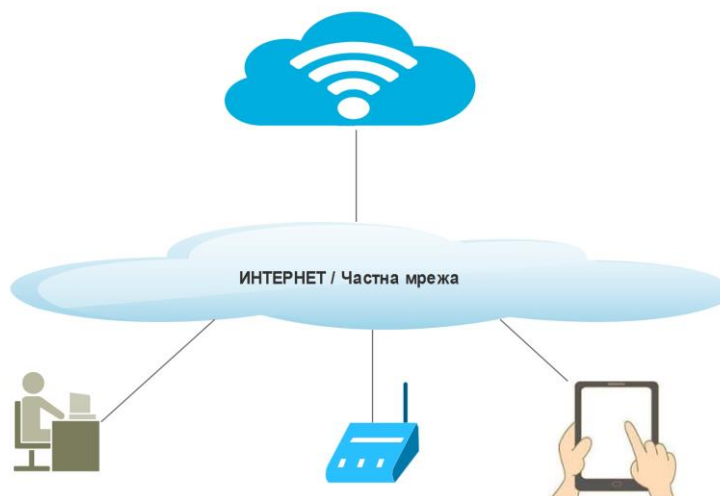
На Фиг.5. е показана архитектура на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция от гледна точка на мястото на основните блокове. Сравнението на традиционната архитектура на СДР, във вид на моноблок с тази на облачна СДР показва, че основните блокове се запазват. Съществена характеристика на предложената архитектура е разполагането на някои от функционални

компоненти (например цифровата сигнална обработка в основна лента) на радиостанцията в облачната инфраструктура. Останалите блокове (например антенната система) са локални. Връзката между локалната и облачната инфраструктура се извършва по високоскоростна оптична опорна мрежа. Част от блоковете изнесени в облака, като тези за първична и последваща цифрова обработка в основна лента, са виртуализирани и се предлагат като облачна услуга.



Фиг.5. Архитектура на облачна СДР с изнесени в облака крайни стъпала.

На Фиг.6 е показана архитектура на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция от гледна точка на потребителите на услугата.



Фиг. 6. Архитектура на облачна СДР от гледна точка на потребителите на услугата.

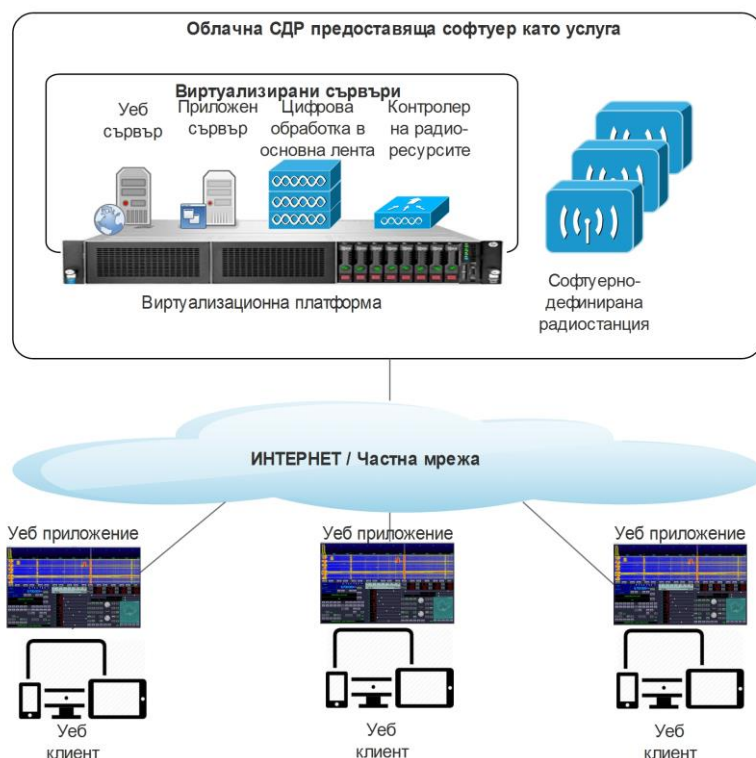
Потребителите на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция, през

Интернет или частна мрежа използват споделена в облака СДР. Достъпът до услугите се осъществява чрез приложен софтуер или уеб-браузър, при използването на различни крайни устройства като настолни компютри, планшети, диспечерски конзоли и др.

2. ОСНОВНИ МОДЕЛИ НА УСЛУГИТЕ ПРЕДОСТАВЯНИ ОТ ОБЛАЧНА СОФТУЕРНО-ДЕФИНИРАНА РАДИОСТАНЦИЯ

2.1 Софтуер като услуга на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция

Тази услуга предоставя възможност на потребителя чрез различни клиентски устройства да използва приложения за радиокомуникации на доставчика, работещи на облачната инфраструктура. Потребителят не управлява или контролира използваната облачна изчислителна инфраструктура – мрежа, сървъри, операционни системи, съхранение и др. На потребителя са предоставени механизми за управление и контрол, за нуждите на приложението, на определени параметри на софтуерно-дефинираните приемо-предаватели – работна честота, методи за модулация и др. Архитектурен модел на софтуер като услуга на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция, при използване на уеб клиенти, е показан на фиг.7. Основни елементи в архитектурата при този модел на услугата са софтуерно-дефинирана радиостанция, виртуализационна платформа и уеб клиенти. Всички изчисления се извършват от виртуални машини.



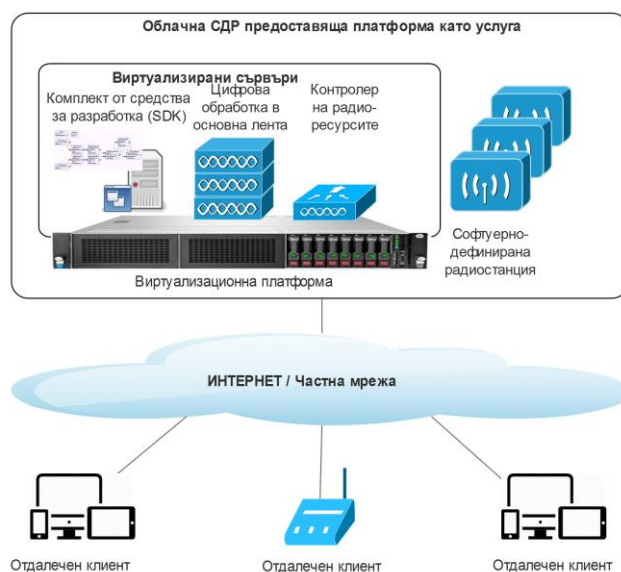
Фиг.7. Архитектурен модел на софтуер като услуга на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция

Освен типичните изчислителни сървъри за цифрова сигнална обработка в основна лента са необходими и подходящи приложен и уеб сървъри за

предоставяне ползването на услугата от потребителите чрез браузър. Контролерът на радио ресурсите осигурява механизъм за разпределено използване на софтуерно-дефинираните приемо-предаватели от множество потребители. Комуникационните услуги са ограничени до онези, разработени и предоставяни от доставчика. Услугата е подходяща за споделено използване на широколентови приемници, системи за сондиране на йоносферата, радиотелескопи и др.

2.2 Платформа като услуга на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция

Тази услуга предоставя способност на потребителя да разположи върху облачната инфраструктура собствени приложения, създадени с помощта на езиците за програмиране, библиотеки, услуги и инструменти, осигурени от доставчика. Потребителят не управлява или контролира основната облачна инфраструктура, включително мрежа, сървъри, операционни системи или устройства за съхранение, но има контрол върху приложенията и евентуално конфигурационни настройки за обкръжението на хоста. Чрез собствените приложения потребителят има пълен контрол на предоставеният му за ползване софтуерно-дефиниран приемо-предавател. Архитектурен модел на платформа като услуга на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция е показан на фиг.8. Основни елементи в архитектурата при този модел на услугата са софтуерно-дефинирана радиостанция, виртуализационна платформа и разнообразни клиентски устройства. Всички изчисления се извършват от виртуални машини. На потребителите се предоставят комплект от средства за разработка (SDK), чрез които разработват собствени приложения. Това дава възможност за използването на разнообразни крайни клиентски устройства, като например персонални компютри, таблети, диспечерски конзоли и др.

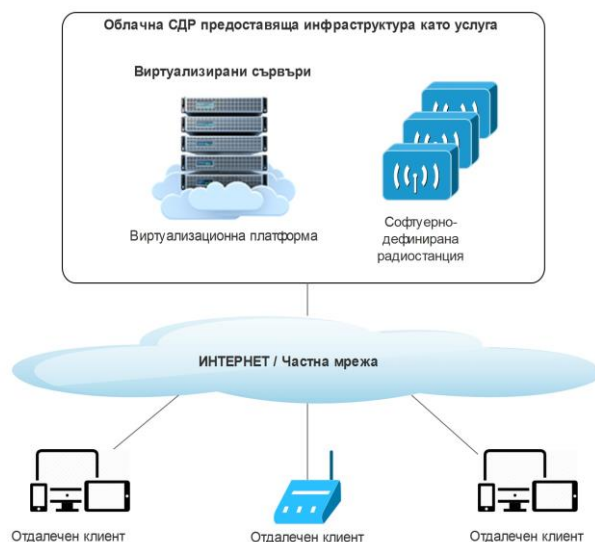


Фиг.8. Архитектурен модел на платформа като услуга на облачна СДР.

Услугата е подходяща за изграждане на комуникации по специализирани протоколи за нуждите на сигурността и отбраната.

2.3 Инфраструктура като услуга на облачна софтуерно-дефинирана многоканална точка за радиодостъп

Тази услуга предоставя възможности на потребителя да използва изчислителни и радиокомуникационни ресурси на доставчика, при което да разположи и стартира произволен софтуер - операционни системи и приложения и да управлява предоставеният му софтуерно-дефиниран приемо-предавател. Архитектурен модел на инфраструктура като услуга на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция е показан на фиг.9.



Фиг. 9. Архитектурен модел на инфраструктура като услуга на облачна СДР.

Основни елементи в архитектурата при този модел на услугата са софтуерно-дефинирана радиостанция, виртуализационна платформа и разнообразни клиентски устройства. Всички изчисления се извършват от виртуални машини. Потребителите разполагат собствена развойна и приложна среда на предоставените виртуални машини. По такъв начин те имат пълен контрол над цифровата обработка в основна лента и предоставеният софтуерно-дефиниран приемо-предавател. Услугата е подходяща за използване от виртуални мобилни оператори.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представения материал са показани възможностите, които обединяването на облачните изчисления и софтуерно-дефинираната радиостанция предоставят за реализация на нови модели на услугите в съвременните комуникационни мрежи и системи. Предложените в настоящата работа модели на услуги на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция са реализирани по подобие на традиционния модел SPI (Software-Platform-Infrastructure), дефиниран в концепцията за облачни изчисления. Разработените архитектурни модели на услуги ще позволят формирането на нови решения за изграждането и използването на облачно-базирани радиокомуникационни системи.

4. ЛИТЕРАТУРА:

[1] И. Иванов, „Архитектура и модели на облачна софтуерно-дефинирана радиостанция“, *Осма международна научна конференция „Научните изследвания – ключов фактор за придобиване на нови отбранителни способности“*, *Нетис-2016*.

[2] И. Иванов, „Архитектура на облачна мрежа за радиодостъп за нуждите на сигурността и отбраната“, *Научна конференция „Облачните технологии и защитата на информацията“*, Шумен 2016.

[3] И. Иванов И. „Софтуерна радиостанция – перспектива за радиокомуникационната подсистема на C4ISR системи и автоматизирани системи за управление на оръжията за тактическото звено“, *Международна научна конференция – Изследвания и технологии за нуждите на отбраната „Модернизация на въоръжените сили – крайъгълен камък по пътя към НАТО“*, Хемус 2002.

[4] *Special Publication 800-145. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology.*