



Решение технических проблем конвергенции сетей при помощи интеллектуальных радиотехнологий

Макаренко А.А.,
доцент кафедры ИКТ

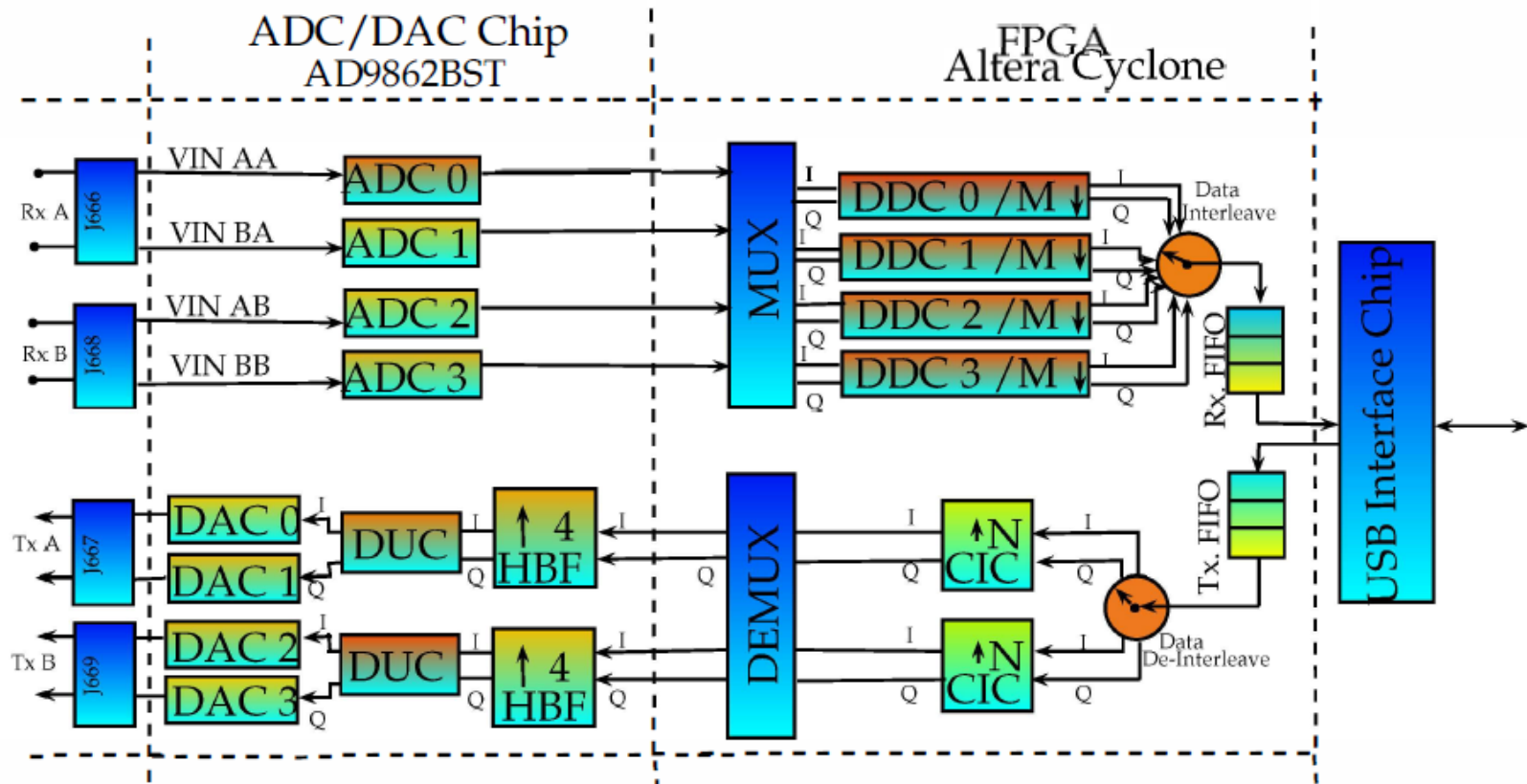
Интеллектуальные системы радиосвязи

В отчете МСЭ SM.2152 выполнено определение системы радиосвязи с программируемыми параметрами (SDR) и системы когнитивного радио (CRS).

Радиоустройство с программируемыми параметрами (SDR): Радиопередатчик и/или радиоприемник, использующий технологию, позволяющую с помощью программного обеспечения устанавливать рабочие радиочастотные параметры, включая, в частности, диапазон частот, тип модуляции или выходную мощность, за исключением изменения рабочих параметров, используемых в ходе обычной предварительно определенной работы с предварительными установками радиоустройства, согласно той или иной спецификации или стандарта системы.



Модель построения SDR



Интеллектуальные системы радиосвязи

В отчете МСЭ SM.2152 выполнено определение системы радиосвязи с программируемыми параметрами (SDR) и системы когнитивного радио (CRS).

"Система когнитивного радио (CRS): Радиосистема, использующая технологию, позволяющую этой системе получать знания о своей среде эксплуатации и географической среде, об установившихся правилах и о своем внутреннем состоянии; динамически и автономно корректировать свои эксплуатационные параметры и протоколы, согласно полученным знаниям, для достижения заранее поставленных целей; и учиться на основе полученных результатов."

Организация системы КОГНИТИВНОГО радио

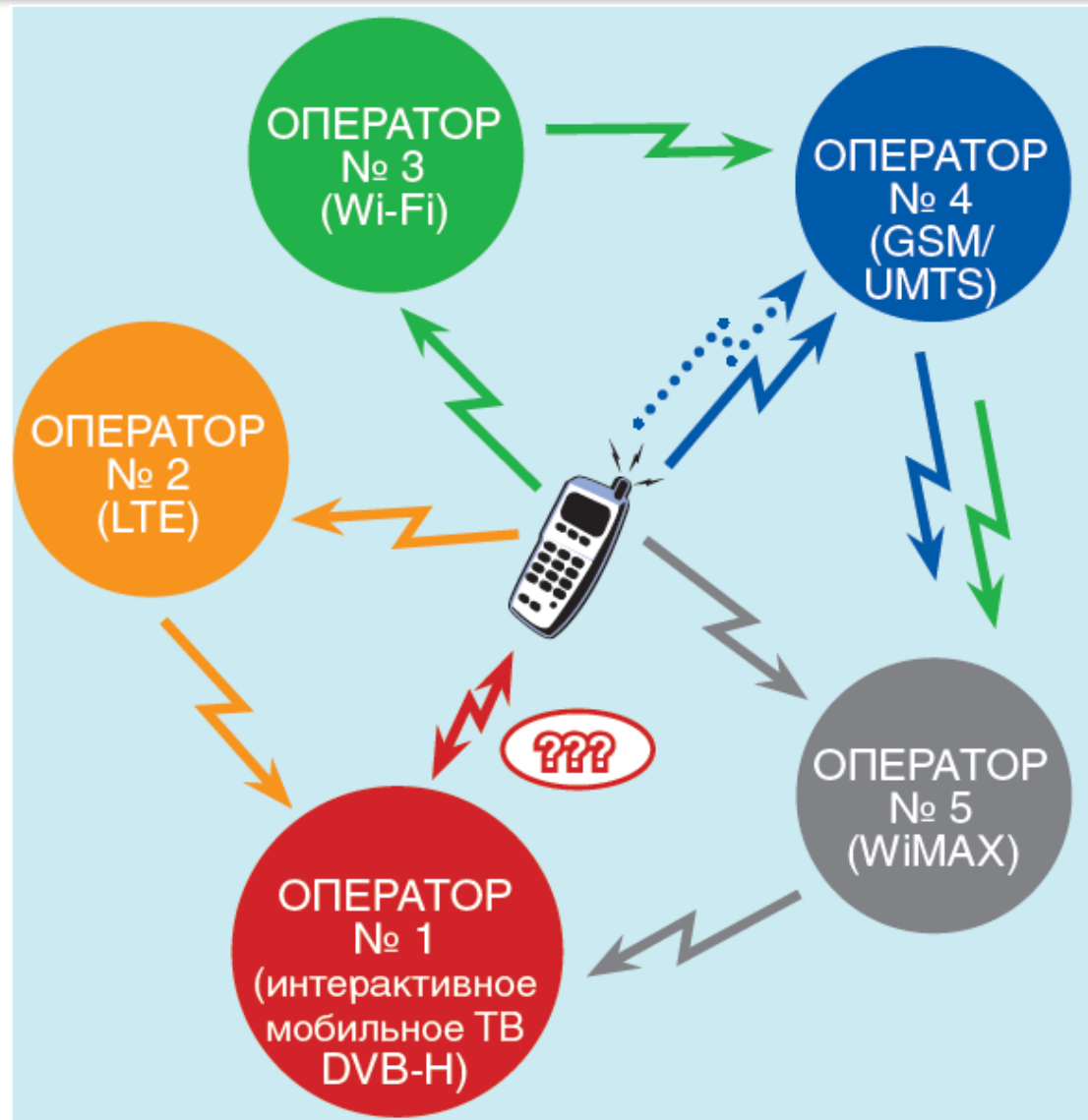
Когнитивное радио

контрольного
канала

базы данных с
информацией об
окружающем
радиопространстве



Содержание окружающей среды с несколькими технологиями радиодоступа



Процесс работы терминала с КОНТРОЛЬНЫМ КАНАЛОМ

ФАЗА ЗАПУСКА

использование
Внеполосного
СРС

Терминал прослушивает внеполосный СРС для получения основных параметров (напр., имеющихся сетей в этом местоположении)

Терминал выбирает и подсоединяется к сети, используя информацию из внеполосного СРС; прекращает прослушивание внеполосного СРС

Передаются данные, позволяющие терминалу выбрать сеть в окружающей среде, в которой доступны несколько технологий радиодоступа, представляемых различными операторами связи

ФАЗА ПРОДОЛЖЕНИЯ

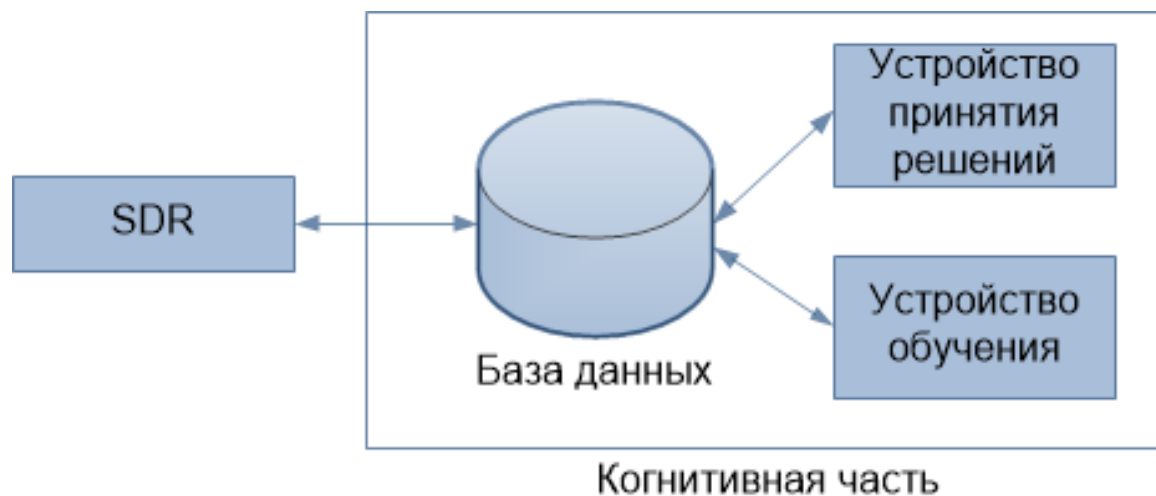
использование
Внутриполосного
СРС

Терминал подключается к внутриполосному СРС в пределах зарегистрированной сети

Терминал прослушивает информацию, которая продолжает поступать от внутриполосного СРС

Передаются данные и более подробная информация об окружающей среде, принципы для управления реконфигурацией

Искусственный интеллект в разработке систем когнитивного радио



Программное обеспечение для научных исследований

Matlab R2016a

LTE System Toolbox Overview

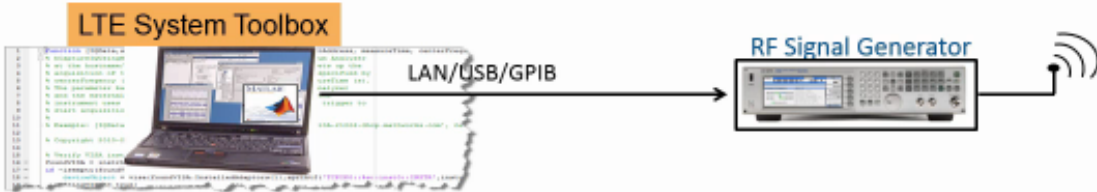
MathWorks

Connecting to T&M Instruments

Instrument Control Toolbox

Signal Generation and Transmission

LTE System Toolbox



- Generate LTE baseband signal in MATLAB
- Download to Signal Generator

20

Программное обеспечение для научных исследований

LabVIEW Communications

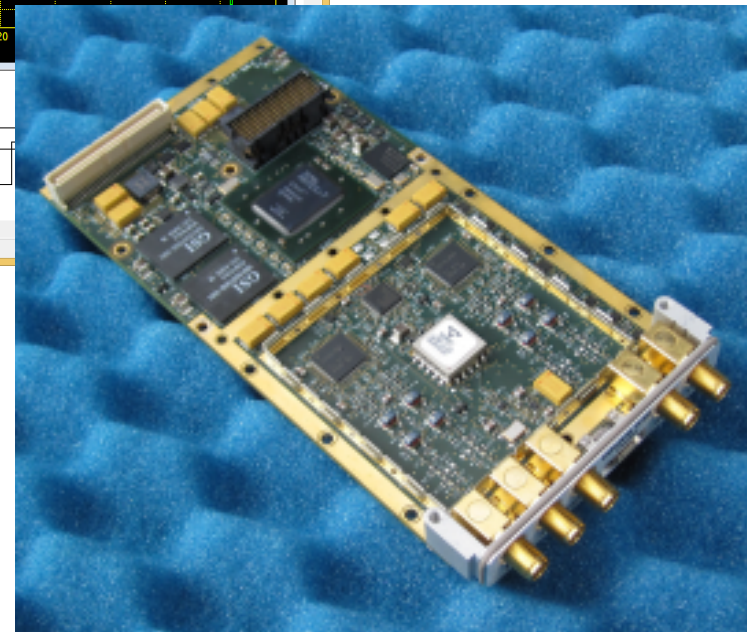
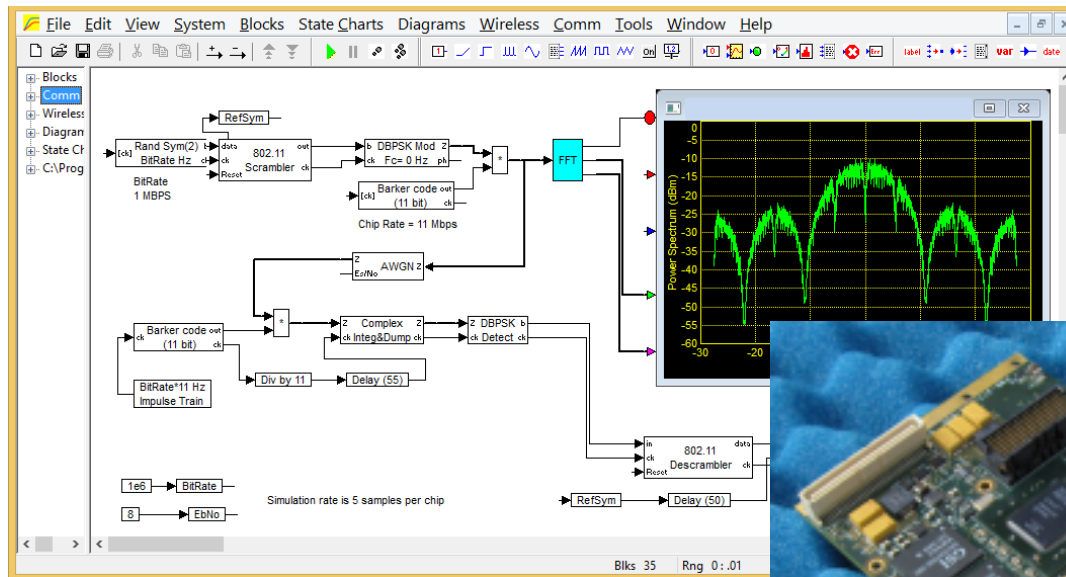
The screenshot displays the LabVIEW Communications System Design Suite interface. The main window shows a block diagram for a MathScript OFDM Tx.vi. The diagram includes a MathScript block with the following code:

```
1 ref = ref.';
2
3 jay = sqrt(-1);
4
5 nsymbols = 256;
6 mod_order = 4;
7
8 % Generate data
9 x_int = round(mod_order - 1 * rand(nsymbols, 1));
10 x_mod = sqrt(0.4) * qammod(x_int, mod_order);
11
12 % Reference and data interleaves
13 x_mod = reshape(x_mod, 5, 50);
14 rd = [ ref.' ; x_mod ];
15 ref_data = reshape(rd, 500, 1);
16
17 % zero pad
18 y = [zeros(
19
20 % SFFT
21 Y = SFFT(y, 512);
22
23 % CP Insertion
24 Ycp = [ Y(end-127:end, 1) ; Y ];
25
26 % Scale
27 YS = 0 * Ycp;
```

The block diagram also shows a 'Magnitude Response' plot and a 'Phase Response' plot. The interface includes a toolbar with various tools and a search bar at the top right.

Программное обеспечение для научных исследований

VisSim Communications



Программное обеспечение для научных исследований

GNU Radio Companion

The screenshot displays the GNU Radio Companion (GRC) interface. The main window shows a signal flow graph with the following components and connections:

- RTL-SDR Source**: Device Arguments: rtl=0; Sample Rate (sps): 1.152M; Ch0: Frequency (Hz): 144.49M; Ch0: Freq. Corr. (ppm): 0; Ch0: DC Offset Mode: Automatic; Ch0: IQ Balance Mode: Automatic; Ch0: Gain Mode: Manual; Ch0: RF Gain (dB): 40; Ch0: IF Gain (dB): 20; Ch0: BB Gain (dB): 20.
- Throttle**: Sample Rate: 1.152M.
- Low Pass Filter**: Decimation: 2; Gain: 1; Sample Rate: 1.152M; Cutoff Freq: 100k; Transition Width: 1M; Window: Hamming; Beta: 6.76.
- Low Pass Filter**: Decimation: 2; Gain: 1; Sample Rate: 1.152M.
- WBFBM Quadrature Audio Decimator**.
- Compt** (output).

The left sidebar contains several control panels:

- Options**: ID: two_ch_rx; Title: two chanel RX; Author: hgns; Generate Options: QT GUI.
- Variable**: ID: samp_rate; Value: 3.2M.
- QT GUI Range**: ID: rf_gain; Label: RF GAIN; Default Value: 40; Start: 0; Stop: 50; Step: 1.
- QT GUI Range**: ID: volume; Label: Volume; Default Value: 2; Start: 0; Stop: 10; Step: 1.
- QT GUI Range**: ID: samp_rate; Label: SAMPLE RATE; Default Value: 1.152M; Start: 900k; Stop: 3.8M; Step: 10k.
- Variable**: ID: transition; Value: 1M.
- QT GUI Range**: ID: freq; Label: FREQUENCY.

The bottom console shows the following text:

```
<<< Welcome to GNU Radio Companion 3.7.2.1 >>>
Loading: "/home/hgns/SAR/grc/sar.grc"
>>> Done
Showing: "/home/hgns/SAR/grc/sar.grc"
```

The right sidebar contains a list of categories for components, including:

- [Audio]
- [Boolean Opera
- [Byte Operators
- [Channelizers]
- [Channel Model
- [Coding]
- [Control Port]
- [Debug Tools]
- [Deprecated]
- [Equalizers]
- [Error Coding]
- [FCD]
- [File Operators]
- [Filters]
- [Fourier Analysi
- [GUI Widgets]
- [Impairment Mo
- [Instrumentatio
- [IQ Balance]
- [Level Controlle
- [Math Operators
- [Measurement T
- [Message Tools]
- [Misc]
- [Modulators]
- [Networking Toc
- [NOAA]
- [OFDM]

Заключение

Новые технологии, такие как программируемое радио и когнитивное радио, находятся в относительно тернистом начале своего пути. Но работа продолжается во всем мире в том числе в Государственном университете телекоммуникаций, и получаемые новые результаты постепенно приближают нас к моменту активного внедрения интеллектуальных радиотехнологий, что позволит эффективно использовать инновационные подходы по предоставлению услуг на основе сетей 4G и 5G.

Благодарю за внимание