МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Актуальные вопросы регулирования в сфере телекоммуникаций и использования радиочастотного ресурса»

Национальная комиссия по вопросам регулирования связи Украины
ГП “Украинский государственный центр радиочастот”

Общие принципы построения когнитивных радиосистем

Кокотов О. В. – инженер 2 категории отдела планирования использования частот ГП «УГЦР», к.т.н., доцент
Бондаренко А.В. – инженер 2 категории отдела планирования использования частот ГП «УГЦР»

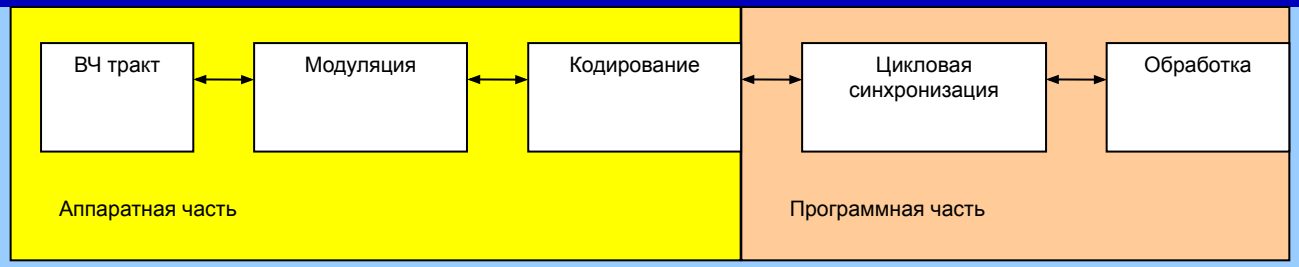
Идея когнитивного радио

Джозеф Митола III

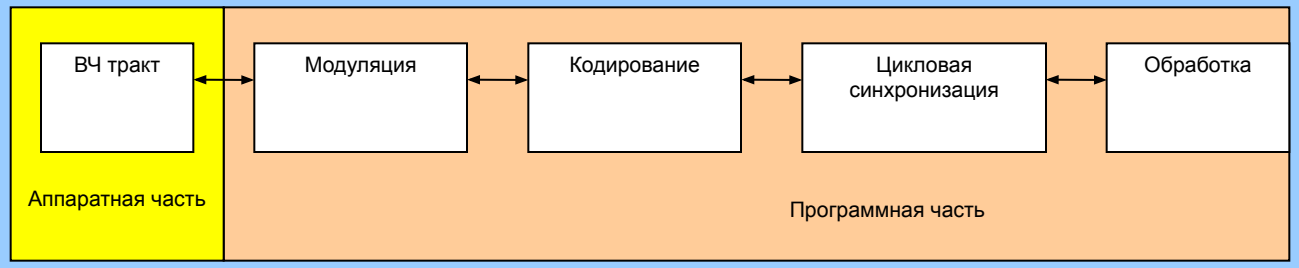
“Идея когнитивного радио заключается в том, что беспроводные персональные цифровые устройства (personal digital assistants, PDAs) и связанные с ними сети, достаточно разумны в отношении использования радиоресурсов и связанных с ними компьютерных коммуникаций для определения потребностей пользователей связи в зависимости от контекста использования, и должны обеспечивать оптимальное использование радиоресурсов и выбор беспроводных услуг, которые наиболее подходят пользователям”.

Качественные отличия когнитивных радиосистем

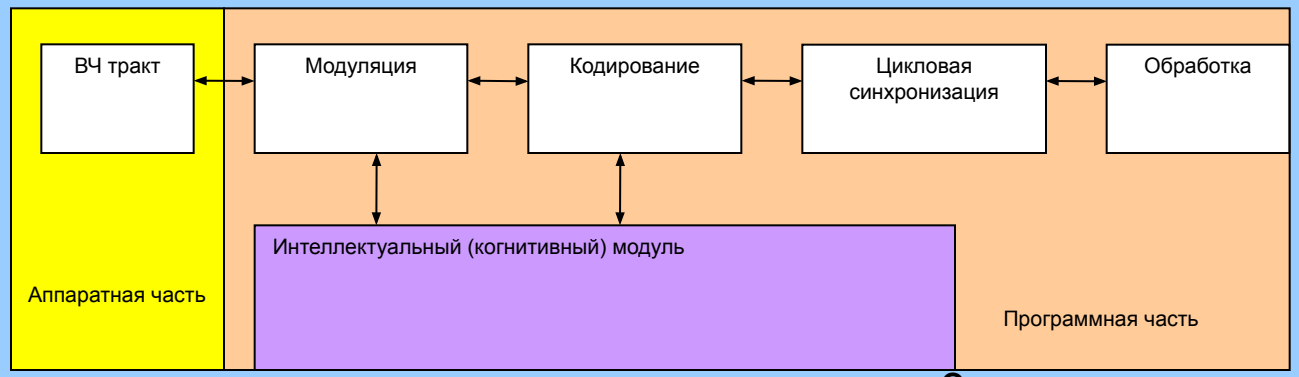
Традиционные радиосистемы



Программно-реконфигурируемое радио



Когнитивное радио



Структурная схема когнитивной радиосистемы

Цикл познания

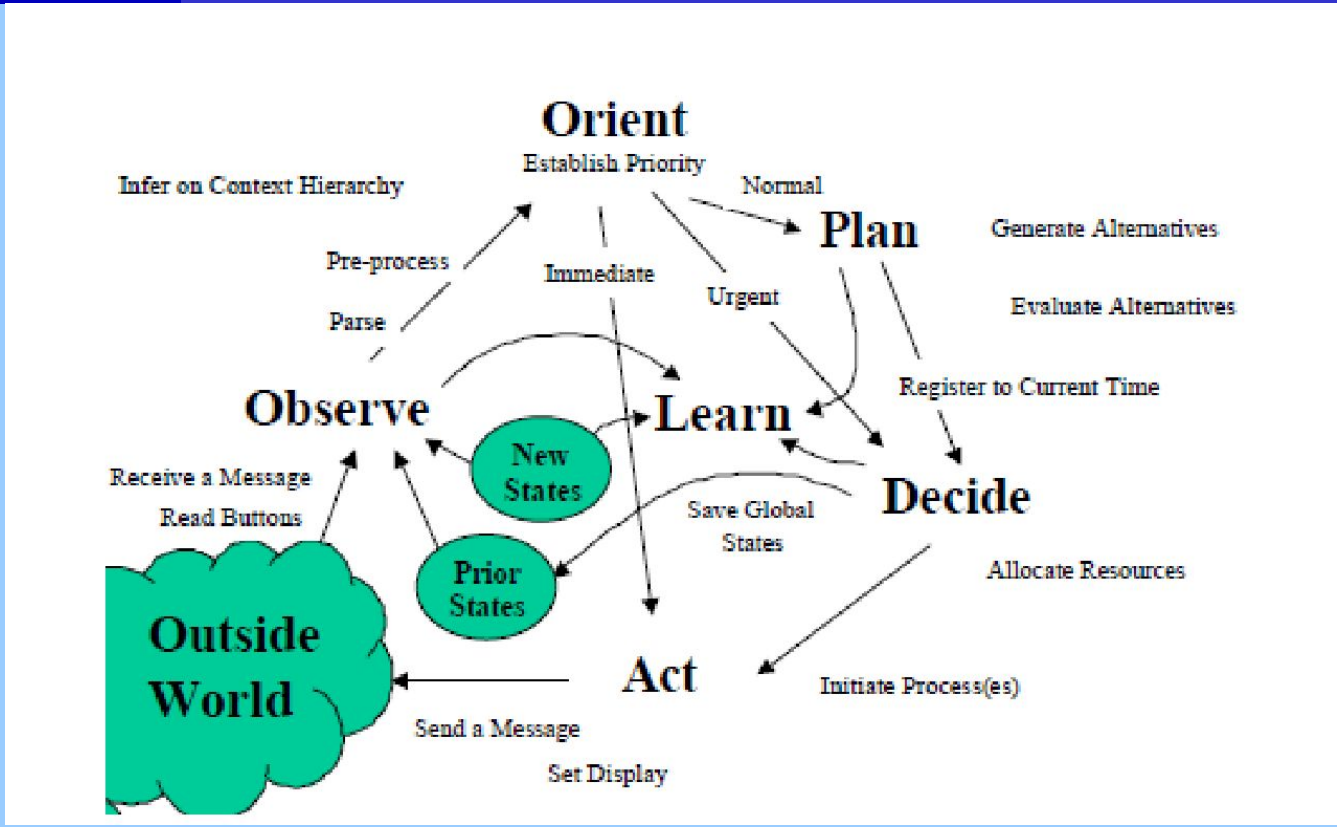
Наблюдение (observation) - это процесс сбора информации, необходимой для принятия решения в каждом конкретном случае. Необходимая информация может быть получена как от внешних, так и от внутренних источников. Под внутренними источниками информации понимаются элементы обратной связи петли.

Ориентация (orientation) - наиболее ответственный и наиболее сложный с когнитивной точки зрения этап во всем цикле OODA. Этап ориентации состоит из двух подэтапов: разрушение (destruction) и создание (creation).

Решение (decision) - если к этому этапу устройство смогло сформировать только один план, то просто принимается решение - выполнять этот план, или нет. Если же сформированные несколько альтернативных вариантов действий, то устройство на данном этапе осуществляет выбор наилучшего из них для дальнейшей реализации.

Действие (action) - заключительный этап цикла, который предусматривает практическую реализацию принятого решения. Действие предусматривает управление системой с целью улучшения результатов наблюдения в следующем цикле.

Цикл познания Митолы



Отличием цикла познания Митолы от цикла OODA является выделение в отдельные этапы - этапа планирования и этапа обучения.

Классификация когнитивных радиосистем

Классификацию когнитивных радиосистем можно провести по следующим критериям:

- по используемым методам познания;
- по функциональным параметрам;
- по типу основных каналов управления (обмена информацией);
- по степени использования технологий искусственного интеллекта.

1. По методам познания эксплуатационной среды системы КР (КРС) делятся на две категории:

- системы КР с пассивным познанием эксплуатационной среды;
- системы КР с активным познанием эксплуатационной среды.

2. В зависимости от набора используемых функциональных параметров возможно выделить следующие типы КРС:

- полная КРС ("Mitola radio"), в которой все возможные для наблюдения параметры РЭС или беспроводной сети приняты к вниманию;
- КРС на основе зондирования спектра, в котором рассматривается лишь один параметр - занятость РЧС.

При использовании неполного набора параметров для наблюдения КРС будет занимать промежуточное место между двумя этими типами.

3. По типу основных каналов управления КР классифицируются на:

- КРС с выделенным каналом управления (обмена служебной информацией);
- КРС с распределенным каналом управления (обмена служебной информацией).

Классификация когнитивных радиосистем по методам познания

Пассивное познание - системы на основе обмена информацией между пользователями РЧС: радиосистемы первичных пользователей предоставляют системам вторичных пользователей информацию о выделенных частотах и планируемых для выделения частотах.

Преимуществом пассивных методов является то, что они могут обеспечить связь без помех для первичной системы.

Недостатки метода пассивного познания:

- увеличение количества информации необходимой для управления системой;
- не совместимы с существующими системами лицензирования.

Активное познание является способом получения информации о текущем использовании спектра в эксплуатационной среде. В основу метода активного познания положен мониторинг спектра с целью выявления полос частот, используемых другими системами. Метод требует постоянного мониторинга эксплуатационной среды с тем, чтобы новые первичные пользователи и возможные вакантные каналы были своевременно выявлены.

Преимущество: снижение объема информации необходимой для управления системой.

Недостатки:

- проблема скрытого терминала.
- необходимость увеличения периода зондирования для повышения точности измерений, что, в свою очередь, сокращает время, которое доступно для передачи полезных информационных сообщений.

Свободной от указанных недостатков является ***комбинация методов активного и пассивного познания.***

Определение когнитивных радиосистем

Определение предложенное Исследовательской группой 1В :

"Когнитивная система радиосвязи - радиосистема использующая технологии, которые позволяют системе получать знания о своей операционной и географической среде, установленных правилах и ее внутреннем состоянии; динамически и автономно корректировать свои операционные (рабочие) параметры и протоколы в соответствии с полученными ею знаниями для достижения заранее определенных целей, и обучаться по достигнутым результатам".

Определение, которое предлагается :

"Когнитивная система радиосвязи – самоорганизующаяся радиосистема с динамическим доступом к радиочастотному спектру, которая способна познавать свою эксплуатационную и географическую среду, адаптировать к ней свои функциональные параметры и протоколы и/или изменять свою эксплуатационную среду за счет накопленных в процессе функционирования знаний и приобретенных навыков, с учетом установленных регуляторных политик и своего функционального состояния".

IEEE 802.22 – первый беспроводный стандарт основанный на принципах когнитивного радио

IEEE 802.22 является стандартном для беспроводных региональных сетей (WRAN) на основе методов когнитивного радио, который использует свободные полосы частот в спектре выделенном для наземного телевизионного вещания.

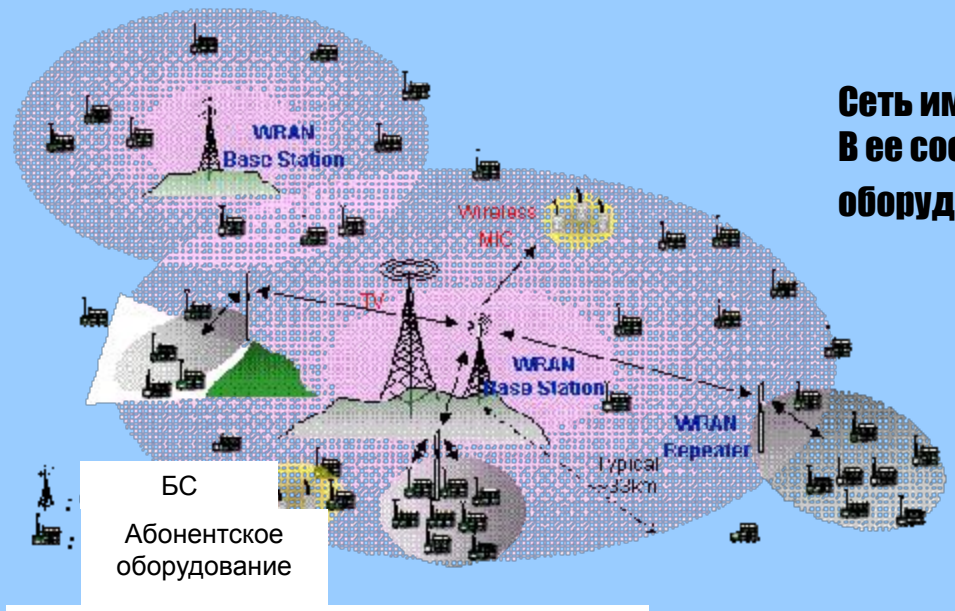
Региональные беспроводные сети IEEE 802.22 предназначены для работы в полосах частот телевизионного вещания (54 - 862 МГц) , при условии не создания помех действующим устройствам цифрового и аналогового ТВ вещания, а также маломощным лицензированным устройствам, таким как беспроводные микрофоны.

Цель: предоставить услуги широкополосного доступа в местностях с низкой плотностью населения.

Стандарт планируется к принятию в 2010 году.

Обзор топологии сети

БЕСПРОВОДНАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ СЕТЬ ДОСТУПА



БС

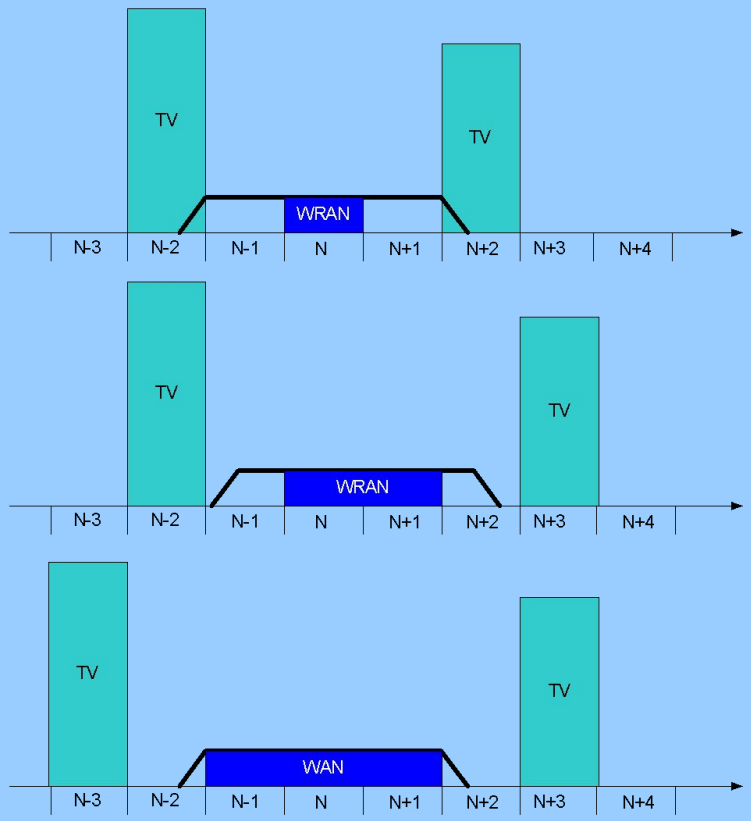
Абонентское оборудование

Первичные пользователи: ТВ станции; радиомикрофоны; беспроводные аудиоустройства

Сеть имеет топологию „точка - многоточка”.
В ее состав входят базовые станции (БС) и абонентское оборудование.

Абонентское оборудование представлено фиксированными устройствами и персональными / портативными устройствами.

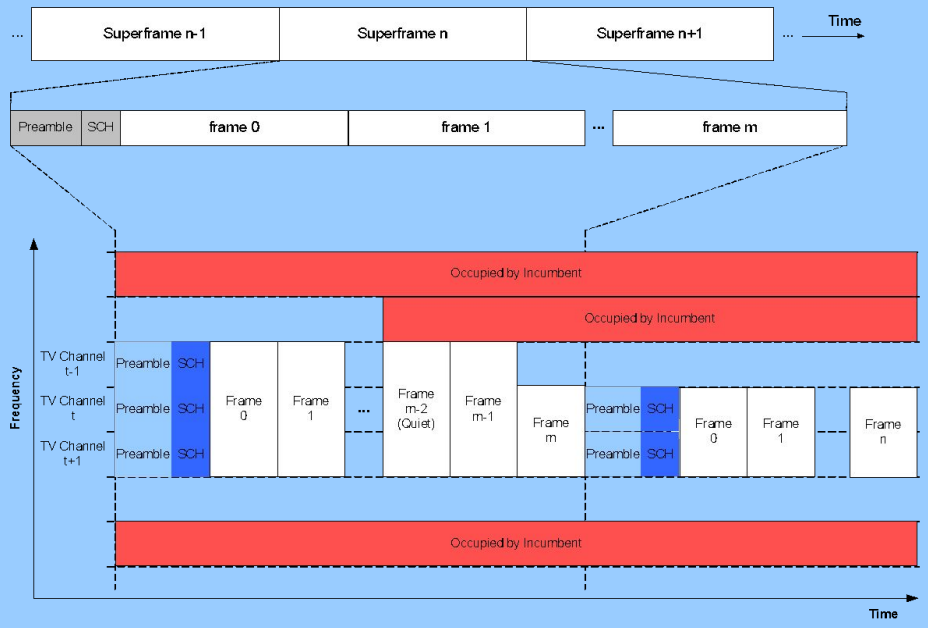
Физический уровень



Принцип объединения каналов

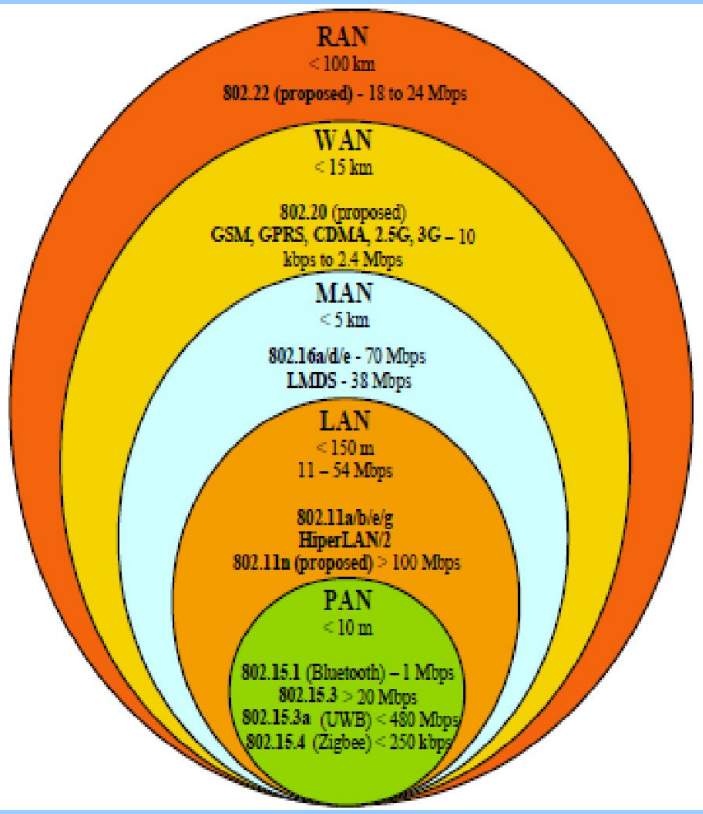
Параметр	Величина
Ширина полосы частот (МГц)	6/7/8
Канальная емкость (Мбит/с)	18/21/24
Множественный доступ	OFDMA
Модуляция	QPSK, 16QAM, 64QAM
Скорость сверточного кодирования	1/2, 2/3, 3/4
Дуплекс	TDD
ЭИИМ базовой станции (Вт)	4
Радиус типовой зоны обслуживания (км)	33

MAC уровень



MAC-фрейм содержит две части: субфрейм прямого канала и субфрейм обратного канала.
Субфрейм прямого канала состоит только из одного протокольного блока данных физического уровня.
Субфрейм обратного канала состоит из интервалов конкурентного доступа, предназначенных для инициализации, запроса полосы частот, уведомлений об одновременной работе станций разных служб в одном канале, а также одного или нескольких протокольных блоков данных физического уровня обратного канала, где каждый связан с отдельным абонентским терминалом.

Сравнительная характеристика стандартов беспроводного доступа



	Целевой рынок	Диапазон частот	Максимальная скорость передачи данных	Спектральная эффективность	Специальные функции	Максимальный радиус зоны обслуживания
802.16 d	Фиксированный беспроводный доступ потребительского класса	2 - 11 ГГц На лицензионной и безлицензионной основе	75 Мбит/с объединенный канал	0.5-4.5 бит*с/Гц	Нет	50 км максимальная; 4 км и ниже.
802.16e	Локальный мобильный беспроводный доступ потребительского класса	2 - 11 ГГц На лицензионной и безлицензионной основе	75 Мбит/с объединенный канал	0.5-4.5 бит*с/Гц Снижается с ростом скорости перемещения	Эстафетная передача и управление мощностью.	4 км и ниже.
802.20	Высоко мобильный беспроводный доступ потребительского класса	Ниже 3,5 ГГц Лицензионная основа	1 Мбит/с канал «вниз» и 300 Кбит/с канал «вверх» на 1 пользователя.	Свыше 1.0 бит*с/Гц	Эстафетная передача и управление мощностью.	4 км и ниже.
802.22	Фиксированный беспроводный доступ потребительского класса для сельских и удаленных пользователей	54 – 862 МГц (В зависимости от страны) Совместное использование полос частот	5 -70 Мбит/с объединенный канал; 1 Мбит/с на 1 пользователя.	0.5-5.0 бит*с/Гц	Когнитивная радиосистема	100 км максимальная; 33 км и ниже типовая.

Благодарю за внимание!