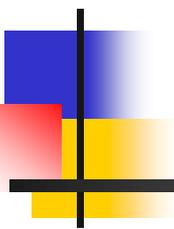


**Ресурсный метод определения
размеров платежей за использование
радиочастотного ресурса при
переходе на технологии с
динамическим управлением спектра**



**Cognitive Radio,
Software Defined Radio (SDR)**



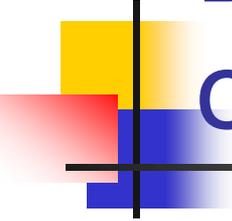
План презентации:

- Что предстоит изменить в управлении использованием радиочастотного ресурса (РЧР) при переходе на технологии с динамическим управлением спектра.
- Основы ресурсного подхода к управлению использованием РЧР.
- Методика определения размеров платежей за использование РЧР в новых условиях.



Почему спектра не хватает на всех желающих?

- В основе существующего сегодня в мире подхода к распределению и управлению использованием радиочастотного ресурса (РЧР) лежит принцип эксклюзивного выделения части этого ресурса и закрепление его за пользователем на определенный срок (по российскому законодательству до 10 лет).
- Ежегодная плата, которую вносит пользователь, фактически является абонентской платой за право использовать ресурс независимо от фактического времени работы РЭС в эфире.
- При таком подходе сегодня во многих странах ощущается острая нехватка этого ресурса.
- Парадокс: с одной стороны ресурса не хватает на всех желающих, а с другой стороны он используется в среднем всего лишь на 30-40% по времени.
- Подобная практика управления использованием РЧР неэффективна. Она оправдана существующими сегодня в мире радиотехнологиями.



В будущем радиоэлектронные средства будут способны:

- извлекать, накапливать и анализировать информацию из окружающего радио пространства, предсказывать изменения параметров канала связи,
- оптимальным образом подстраивать свои внутренние параметры (частоту, скорость передачи, излучаемую мощность и др.), адаптируясь к изменениям окружающей радио среды и задачам пользователя.
- произойдет своеобразное временное уплотнение РЧР, что существенно повысит эффективность его использования в целом.



Что в будущем изменится в управлении ресурсом?

- Правовое регулирование распределением и использованием РЧР на национальном и международном уровнях.
- Понадобятся новые системы радиоконтроля и мониторинга за работой РЭС.
- Ценообразование должно будет учитывать временной фактор, т.е фактическое время работы РЭС в эфире.



Следует различать: радиочастотный спектр

- как физическое понятие, представляющее собой совокупность частот, на которых могут работать различные радиоэлектронные средства (РЭС) или вся Таблица освоенных частот ;
- мерой спектра является абсолютная (в Гц) или относительная ширина полосы частот (в %).



Радиочастотный ресурс (РЧР)

- технико-экономическое понятие

—это объем занимаемый частотным назначением в спектральном пространстве ограниченном абсолютной **шириной полосы частот** излучения, **площадью зоны действия РЭС** и **временным периодом**, на который выдано разрешение использовать этот ресурс.



Единица измерения РЧР

Частота * Пространство * Время

В системе СИ:

$$[\text{РЧР}] = \text{Гц} * \text{кв.м} * \text{с}$$

На практике:

$$[\text{РЧР}] = \text{МГц} * \text{кв.км} * \text{ГОД}$$



Плата за пользование радиочастотным ресурсом

Из закона РФ «О связи», ст. 23:

1. Каждый Пользователь вносит разовую и ежегодную платы.

Дополнение: Ежегодная плата включает абонентскую и повременную платы.

2. Плата за спектр направляется на:

- *обеспечение системы контроля радиочастот,*
- *конверсию радиочастотного спектра,*
- *перевод РЭС в другие полосы радиочастот.*



Дифференциация оплаты

Из закона РФ «О связи», ст. 23:

Плата за пользование радиочастотным спектром должна зависеть от:

- *частоты,*
- *количества частот,*
- *применяемых технологий.*

Дополнение:

- *фактического времени использования.*



Применяемые технологии могут зависеть от:

- *площади зоны охвата РЭС,*
- *плотности населения на обслуживаемой территории,*
- *платежеспособного спроса населения и корпоративных клиентов,*
- *коммерческой привлекательности бизнеса Пользователя,*
- *социальной значимости группы Пользователей.*



Общие принципы ценообразования

- Радиочастотный ресурс предоставляется пользователям на платной основе (*принцип платности*).
- Каждый пользователь вносит разовую и ежегодную плату за ресурс.
- Кто использует больший экономический объем РЧР, тот больше платит (*принцип справедливости*).



Физический объем РЧР

$$V_{\text{физ}}(i) = \Delta f(i) S(i) T \quad (\text{МГц} * \text{Кв.км} * \text{Год})$$

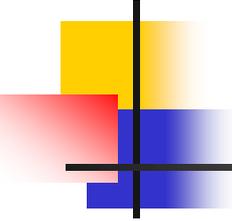
S – теоретическая площадь зоны действия РЭС, которая определяется при условии:

- изотропная антенна,
- без учета потерь в подстилающей поверхности,
- заданный уровень сигнала на границе зоны действия (например -120 дБ/Вт),
- частота, мощность передатчика, высота подвеса антенны.

Экономический объем РЧР

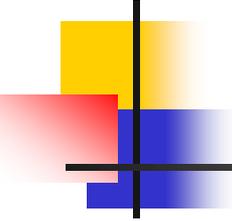
$$V_{\text{ЭК}}(i) = V_{\text{физ}}(i) A_{\text{ЭК}}(i) = V_{\text{РЧР}}(i)$$

$$A_{\text{ЭК}}(i) = K_f(i) Q(i) R(i) \frac{H(i) M(i)}{W(i) E(i)}$$



*АЭК(*i*)* – усредненный показатель по всем ЧН, использующим некоторую технологию, включает в себя:

- стимулирование работы на более высоких частотах (K_f),
- плотность населения в регионе действия РЭС (Q),
- экономический показатель региона (R),
- фактор коммерческой привлекательности направления использования i -го частотного назначения (H),
- фактор сложности и трудоемкости обеспечения радиоконтроля в зоне действия i -го ЧН (M),
- фактор социальной значимости использования i -го частотного назначения (W),
- фактор совместного использования i -го частотного назначения группой пользователей (E).

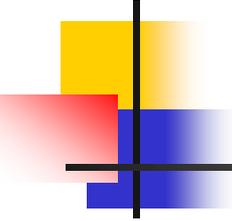


Экономический объем РЧР страны (региона)

$$V_{\text{существующие ЧН}} = \sum_i V_{\text{РЧР}}(i) = V_{\text{сЧН}}$$

$$V_{\text{новые ЧН}} = \sum_i V_{\text{РЧР}}(i) = V_{\text{нЧН}}$$

ЧН – частотные назначения



К НОВЫМ ЧН ОТНОСЯТСЯ:

- *ЧН, разрешения на которые ранее не выдавались.*
- *ЧН, срок использования которых истек и Пользователь запрашивает продление права пользования на новый срок.*



Расходы по управлению РЧР

$$C_{\text{сумм}} = C_{\text{РЧС}} + C_{\text{конв}}$$

$$C_{\text{РЧС}} = C_{\text{РЧС}_{\text{т}}} + C_{\text{РЧС}_{\text{к}}}$$

Годовые текущие (т) и капитальные (к) расходы радиочастотной службы (РЧС), (включая налоги) связанные с обеспечением и развитием системы радиоконтроля и эксплуатационной готовности РЧР.

$C_{\text{конв}}$

Годовые текущие и капитальные расходы (включая налоги) на конверсию спектра и перевод РЭС в другие диапазоны.

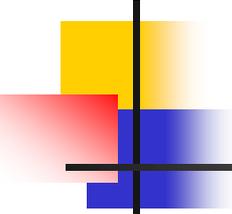


Фактический и годовой объем РЧР i -го ЧН

$$V_{\phi i} = V_{zi} \alpha_i$$

$$\alpha_i = \frac{T_{\phi i}}{T_z} = \frac{T_{\text{часов_за_год}}}{8760}$$

$0 \leq \alpha_i \leq 1$ - доля фактически отработанного времени $T_{\phi i}$ пользователем i -го ЧН за год .



Суммарный фактический и годовой объем РЧР в стране

$$V_{\phi} = \sum_i V_{\phi i} = \sum_i V_{zi} \alpha_i = V_z \alpha$$

$$V_z = \sum_i V_{zi} \quad \alpha = \frac{V_{\phi}}{V_z}$$

где: $0 < \alpha < 1$ среднестатистическая доля фактически отработанного времени за год всеми пользователями по всем ЧН (результат мониторинга).



Цена и ежегодная абонентская плата за РЧР

$$P_{аб} = \frac{(1 - \alpha)C_{РЧСm}}{V_z}$$

где $(1 - \alpha)C_{РЧСm}$ - часть текущих затрат РЧС, покрываемая **ежегодной абонентской платой** всех пользователей:

$$EGPaб_i = V_{zi} P_{аб}$$

Цена и ежегодная повременная плата за РЧР

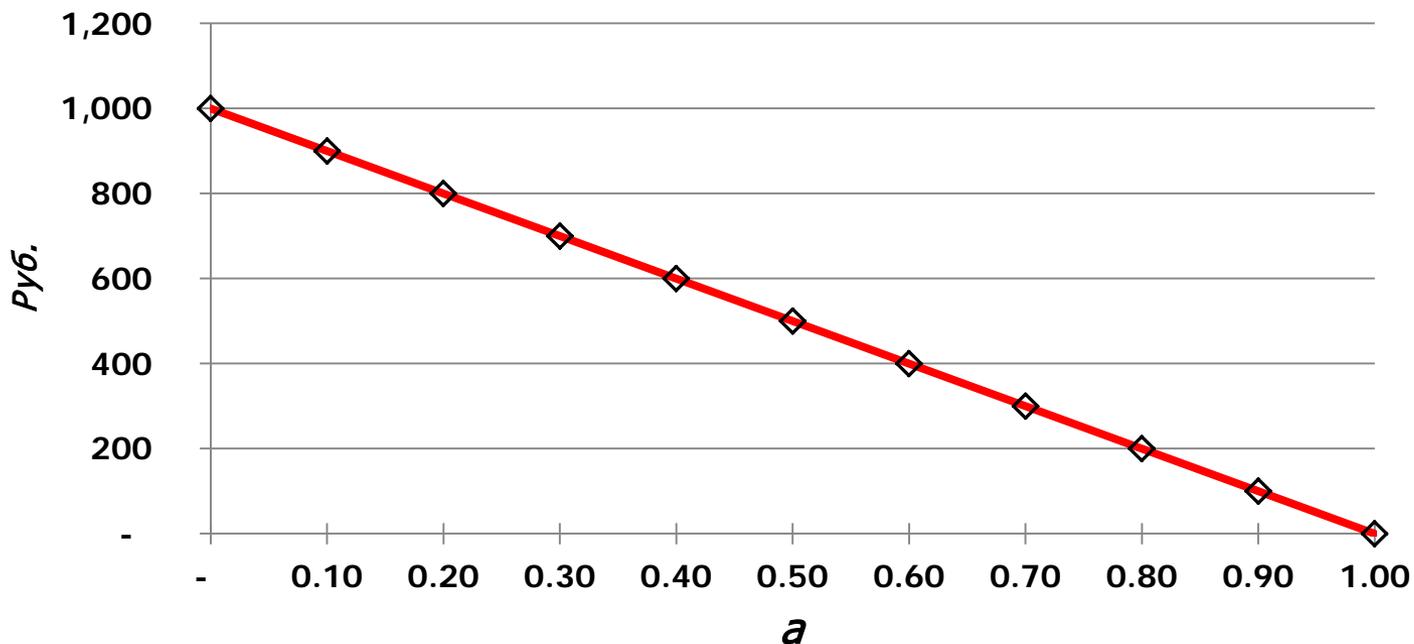
$$P_{вр} = \frac{\alpha C_{РЧСт}}{V_{\phi}} = \frac{C_{РЧСт}}{V_z} = \frac{1}{1-\alpha} P_{аб}$$

где $0 < \alpha < 1$ доля текущих затрат РЧС,
покрываемая **ежегодной повременной платой** всех
пользователей:

$$ЕГПвр_i = V_{\phi i} P_{вр} = \alpha_i V_{zi} P_{вр}$$

Соотношение цен абонентской и поврежденной платы

Зависимость $R_{аб}$ от интенсивности загрузки спектра при $R_{вр}=1000$ руб.

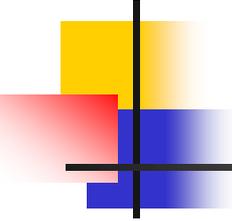




Суммарные ежегодные платежи пользователя за i -е ЧН

$$\begin{aligned} EGP_i &= EGP_{аб}_i + EGP_{вр}_i = \\ &= V_{gi} P_{аб} + V_{\phi i} P_{вр} = V_{gi} (P_{аб} + \alpha_i P_{вр}) = \\ &= V_{gi} P_{вр} (1 - \alpha + \alpha_i) \end{aligned}$$

Платеж включается в себестоимость товаров (услуг).



Из последнего соотношения следует:

если интенсивность использования частотного назначения α_i меняется:

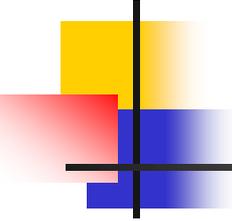
- от 0 (ЧН не использовалось весь год)
- до 1 (ЧН использовалось на 100%),

то суммарный ежегодный платеж этого пользователя за полученное ЧН будет лежать в пределах:

$$V_{gi} P_{вр} (1 - \alpha) \leq EG\Pi_i \leq V_{gi} P_{вр} (2 - \alpha)$$

Суммарные ежегодные платежи за все ЧН в стране (регионе)

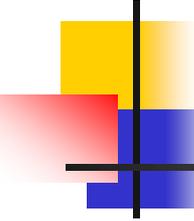
$$\begin{aligned} & \sum_i (EГПаб_i + EГПвр_i) = \\ & = \sum_i (V_{zi} P_{аб} + V_{\phi i} P_{вр}) = \\ & = V_z P_{аб} + V_{\phi} P_{вр} = V_z (P_{аб} + \alpha P_{вр}) = \\ & = V_z P_{вр} = C_{PЧСт} \end{aligned}$$



Цена конверсии за единицу РЧР

Цена конверсии и перевода гражданских РЭС в другие диапазоны частот (*единая для всех Пользователей в регионе или в стране в целом*):

$$P_{\text{конв}} = \frac{C_{\text{конв}} + C_{\text{РЧСк}}}{V_{\text{нЧН}}}$$

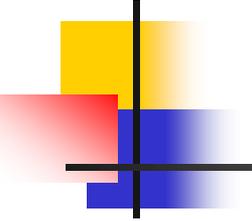


Разовые платежи Пользователей

Размер разового платежа Пользователя, получившего новое i -е ЧН с определенным объемом РЧР:

$$RP_i = P_{конв} V_{нЧН} (i)$$

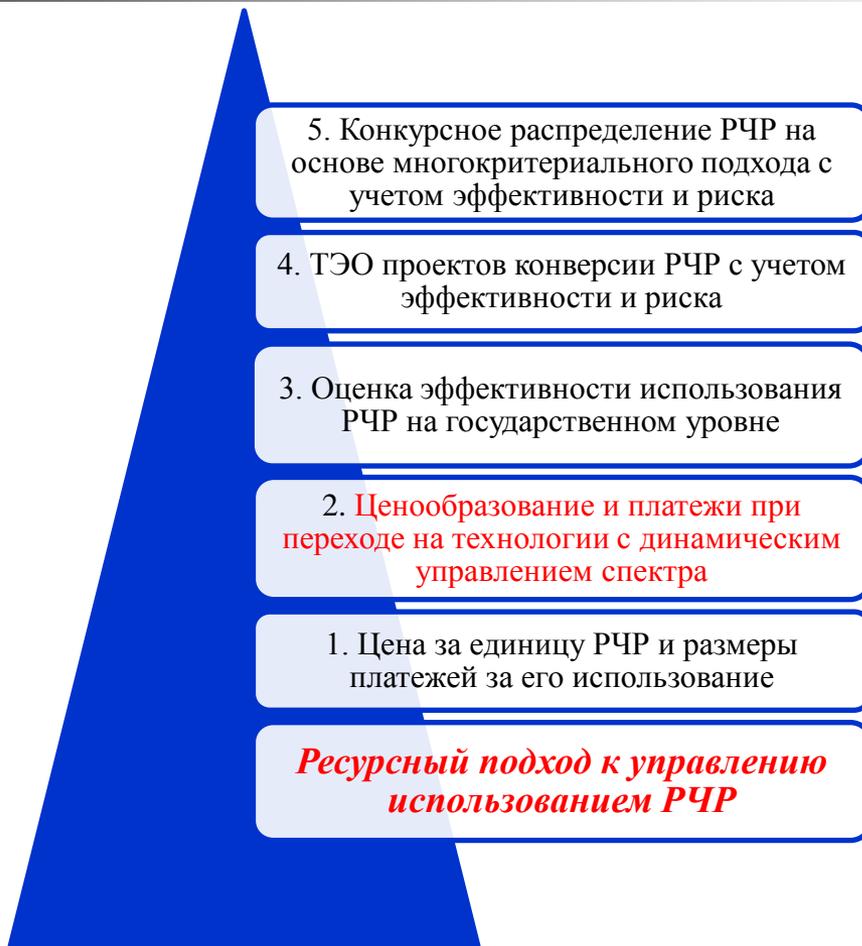
Инвестиционный платеж из чистой прибыли.

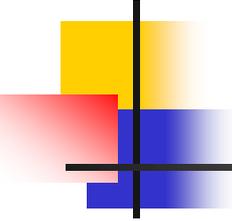


Для реализации предлагаемой методики в будущем при переходе на технологии динамического управления спектром необходимо:

- решить правовые вопросы при переходе на новые технологии,
- иметь постоянно обновляемую базу данных о пользователях и ЧН, учитывающую новые технологии,
- использовать ресурсный подход к ценообразованию,
- обеспечить контроль фактически отработанного времени в эфире всеми РЭС (например, каждая РЭС может иметь автоматический счетчик времени, в течение которого она излучает электроэнергию в эфир),
- ежегодно корректировать цены абонентской и повременной платы на основе прогнозов и реально достигнутых показателей управления РЧР.

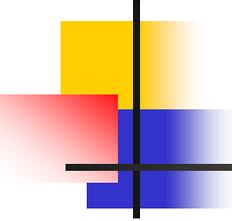
Иерархия задач управления использованием РЧР, решаемых на основе ресурсного подхода





Литература:

- Joseph Mitola III. Cognitive Radio. An Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio // Doctor of Technology Dissertation, Royal Institute of Technology, Sweden, May 2000
- В.И.Котов. Радиочастотный ресурс: измерение, ценообразование и определение эффективности его использования // Информационные телекоммуникационные сети. – 2008. – № 3 (35), с. 23–27
- Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне. Международный союз электросвязи. ITU, 2005, с. 286–301
- В.И.Котов. Динамическое управление радиочастотным спектром и оценка стоимости радиочастотного ресурса в перспективе перехода на новые технологии// Информационные телекоммуникационные сети. – 2008. – № 9 (41), с. 31–35



Доклад окончен

- Есть ли вопросы к докладчику?
- Благодарю за внимание!