



XVII ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ

«НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА И ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ» (СПЕКТР ФОРУМ)

19 - 20 сентября 2017, г. Сочи

Экономические и технические аспекты перераспределения полос радиочастотного спектра

Павел Мамченков, ПАО «МегаФон»

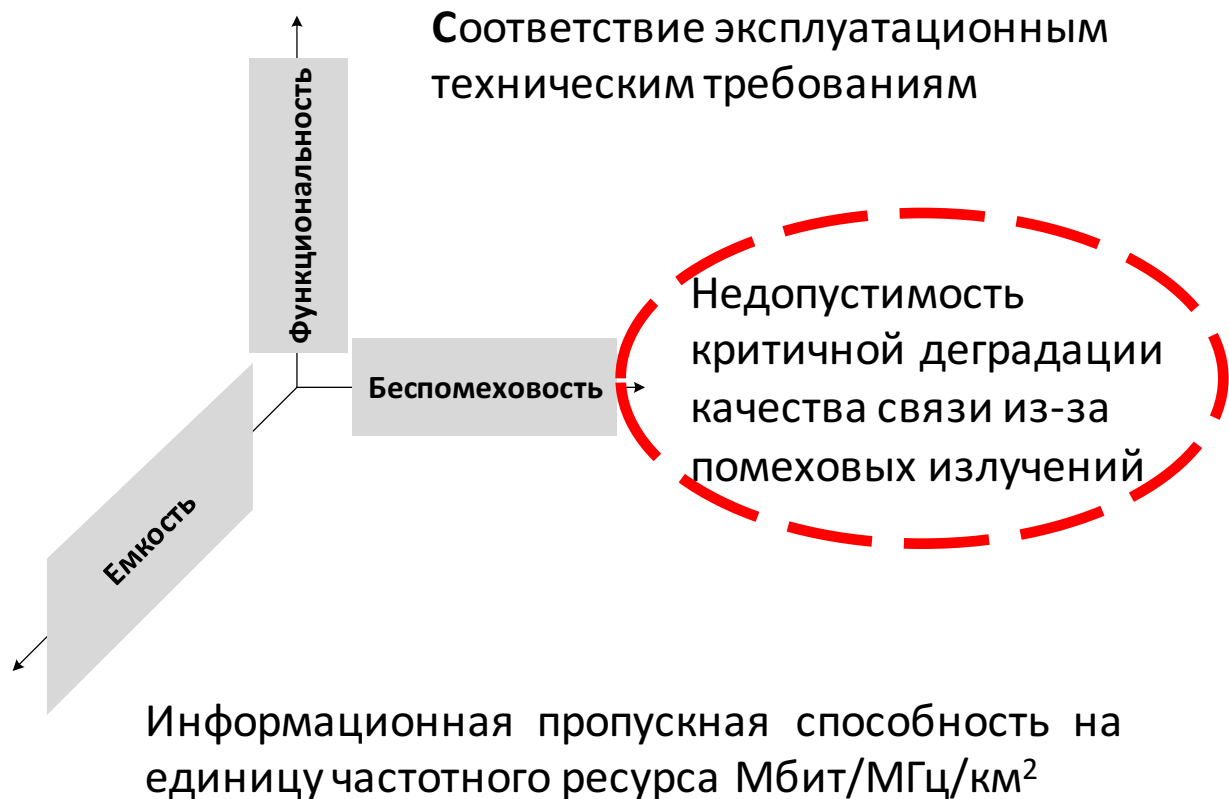
ДБ

Р



Что важнее?

Техническая эффективность спектра



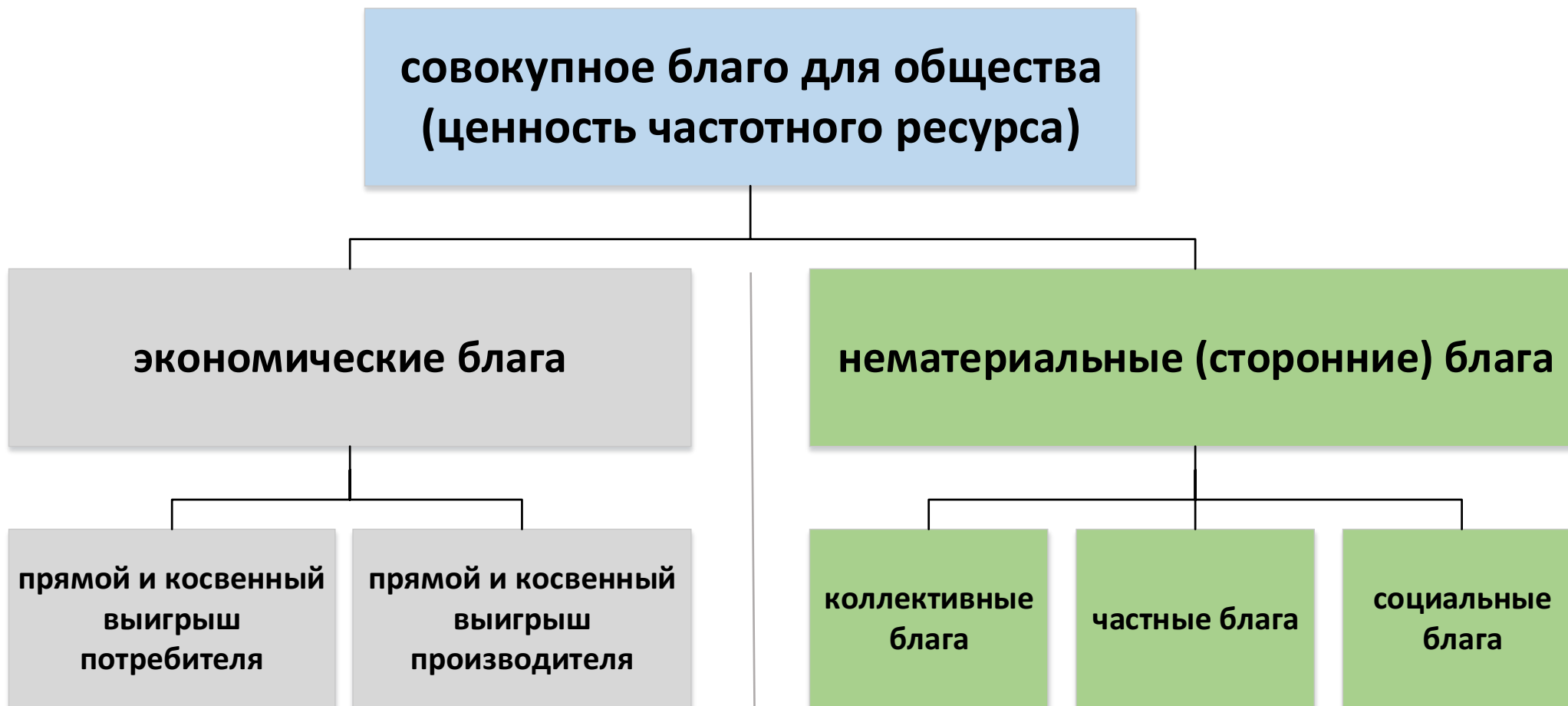
Экономическая эффективность спектра



Повышение технической эффективности спектра не всегда приводит к росту совокупного блага для общества от его использования

К чему стремиться?

К повышению совокупного блага для общества от использования спектра как суммы благ потребителей, производителей услуг и граждан



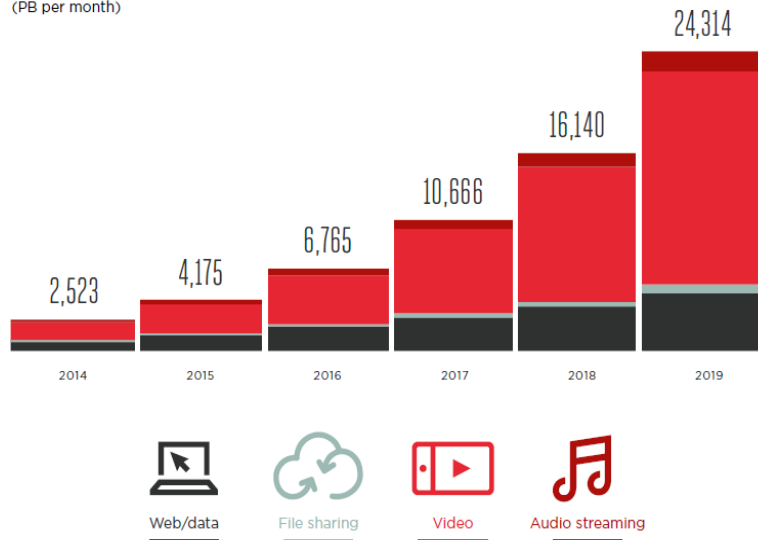
Оцениваются в монетарной форме

Оцениваются в немонетарной форме

Перераспределение - причины и следствия

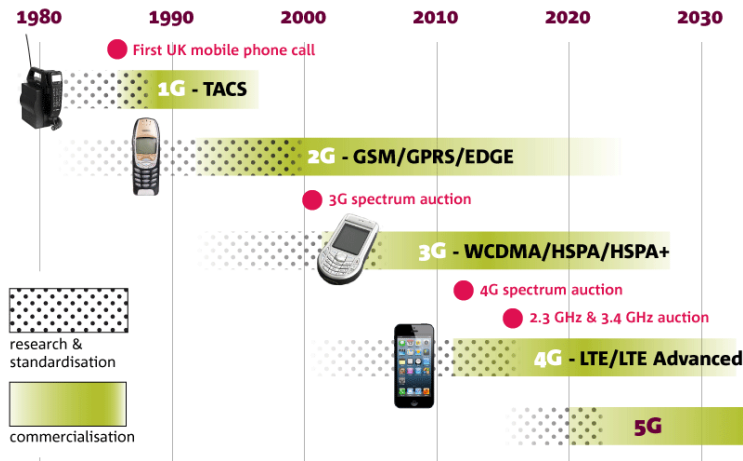
Путь к цифровой экономике...

Video fuelling strong mobile data growth
(PB per month)



Обновление радиотехнологий...

Evolution of mobile phone communications



Обновление спектра...

Полосы – кандидаты ВКР07	Утвержденные полосы ВКР07	Полосы – кандидаты ВКР15	Утвержденные полосы ВКР15
410 – 430 MHz	450 – 470 MHz	470 – 698 MHz	694 – 790 MHz
450 – 470 MHz	698 – 806 MHz	1350 – 1400 MHz	1427 – 1518 MHz
470 – 862 MHz	790 – 862 MHz	1427 – 1452 MHz	3300 – 3700 MHz
2300 – 2400 MHz	2300 – 2400 MHz	1452 – 1492 MHz	4800 – 4990 MHz
2700 – 2900 MHz	3400 – 3600 MHz	1492 – 1518 MHz	
3400 – 3600 MHz		1518 – 1525 MHz	
3600 – 3800 MHz		1695 – 1710 MHz	
3800 – 4200 MHz		2700 – 2900 MHz	
4400 – 4990 MHz		3300 – 3400 MHz	
		3600 – 3700 MHz	
		3700 – 3800 MHz	
		3800 – 4200 MHz	
		4400 – 4500 MHz	
		4500 – 4800MHz	
		4800 – 4990 MHz	
		5350 – 5470 MHz	
		5725 – 5850 MHz	
		5925 – 6425 MHz	

Колоссальный спрос на «цифру»

- 60% ежегодный рост трафика данных
- Повсеместные проникновение высокоскоростных услуг
- Культивирование «цифрового» абонента

Сжатие жизненного цикла технологий:

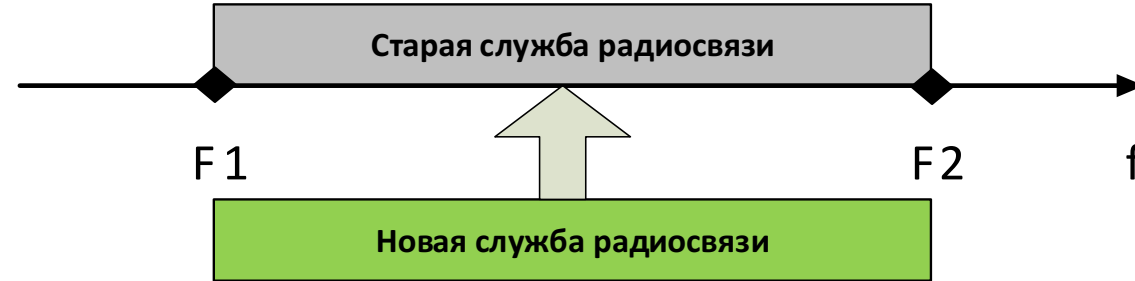
- от 1G к 2G – 12 лет
- от 2G к 3G – 10 лет
- от 3G к 4G – 8 лет
- от 4G к 5G – 6 лет
- от 5G к 6G – (6 минус ?) лет

Рутинная гонка за новыми полосами в МСЭ

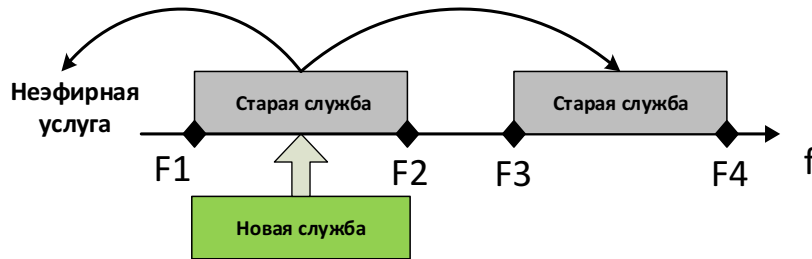
- ВКР2000 – 2500-2690 МГц
- ВКР03 – 14-14.5 GHz Connexion Boing
- ВКР07 – 3400-3600 МГц
- ВКР15 – 694-790 МГц

Как добиться?

Постановка задачи перераспределения



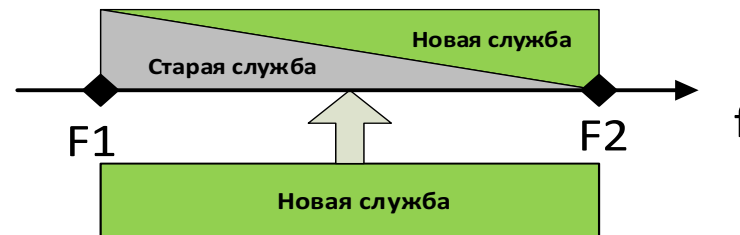
Высвобождение полосы



- Определение альтернативной полосы или проводной технологии.
- Компенсация старой технологии (фонд перераспределения).

Экономика

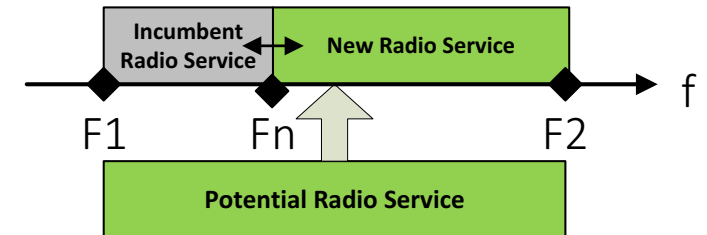
Совместное использование полосы



- Возможно ли сосуществование и с какими обоюдными ограничениями?
- Как долго две технологии смогут сосуществовать в одной полосе?

Техника

Сегментация полосы



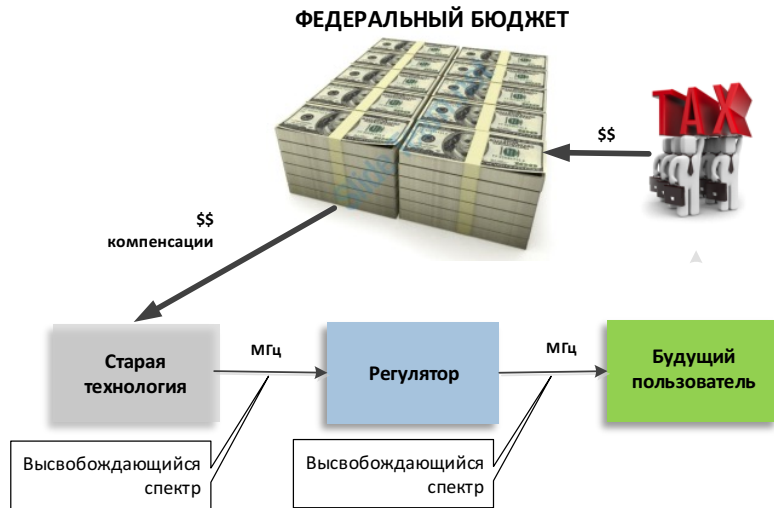
- Оценка степени загрузки, инвентаризация и оптимизация частотных планов старой технологии.
- Оптимальная сегментация полосы.

Экономика

Техника

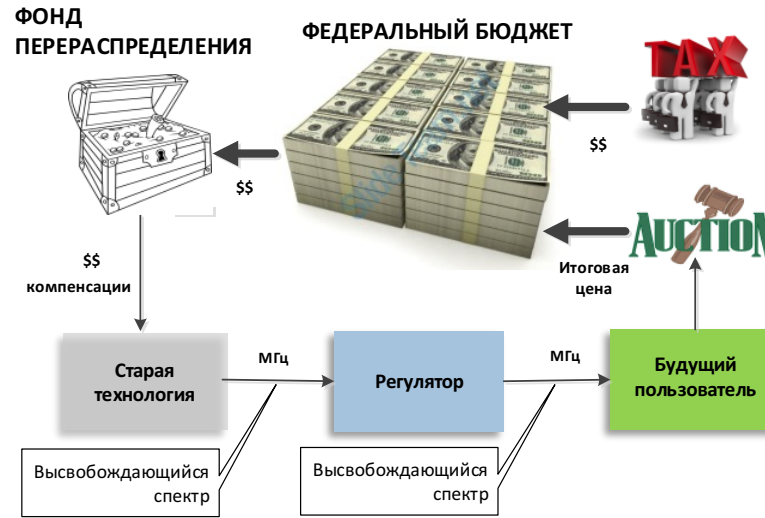
Высвобождение и его финансирование (экономика)

Перераспределение из средств федерального бюджета



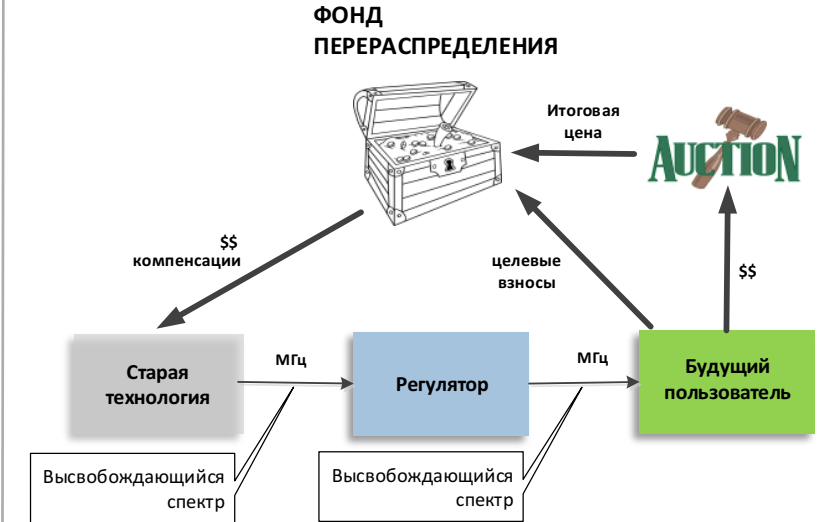
- ⊕ Компенсации через федеральный бюджет часто предполагают правительственные гарантии.
- ⊖ Непользователи спектра – простые налогоплательщики – субсидируют инициативы пользователей спектра.

Фонд перераспределения из средств федерального бюджета



- ⊕ Аналог банковского депозита. Может пополняться через разовую плату (аукционы).
- ⊖ Частично используются финансовые средства пользователей спектра.

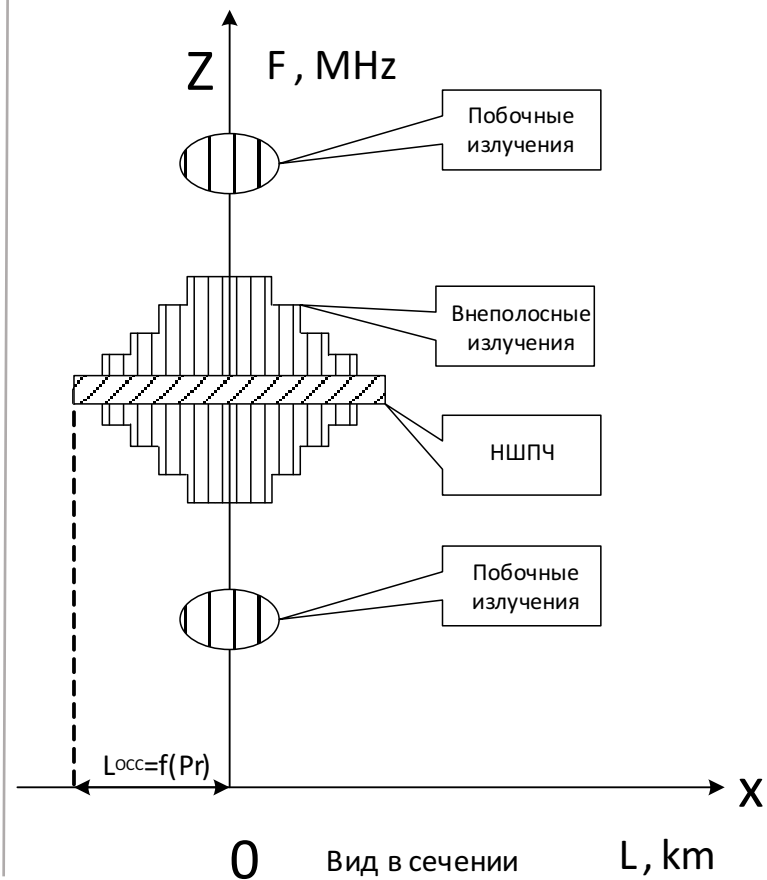
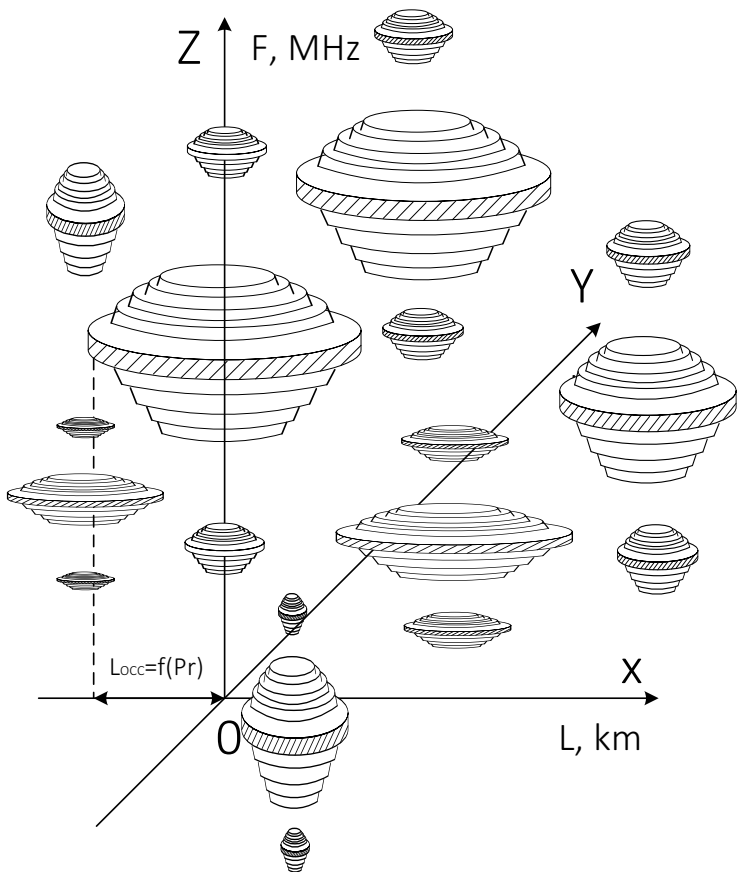
Фонд перераспределения из средств технологии



- ⊕ Затраты покрываются будущим пользователем. Может финансироваться также из разовой и ежегодной платы.
- ⊖ Требуется сложный механизм управления фондом.

Совместное использование (техника)

Спектрально-энергетический объем - занимаемый и отрицаемый



Совместное использование конечно во времени. Бурное развитие любой из служб неминуемо приведет к насыщению спектра.

Загрузка спектра

Фактор утилизации спектра, U

$$U = B \times S \times T$$

B : ширина спектра

S : геометрическое пространство

T : время

Эффективность утилизации спектра, SUE для совместного использования

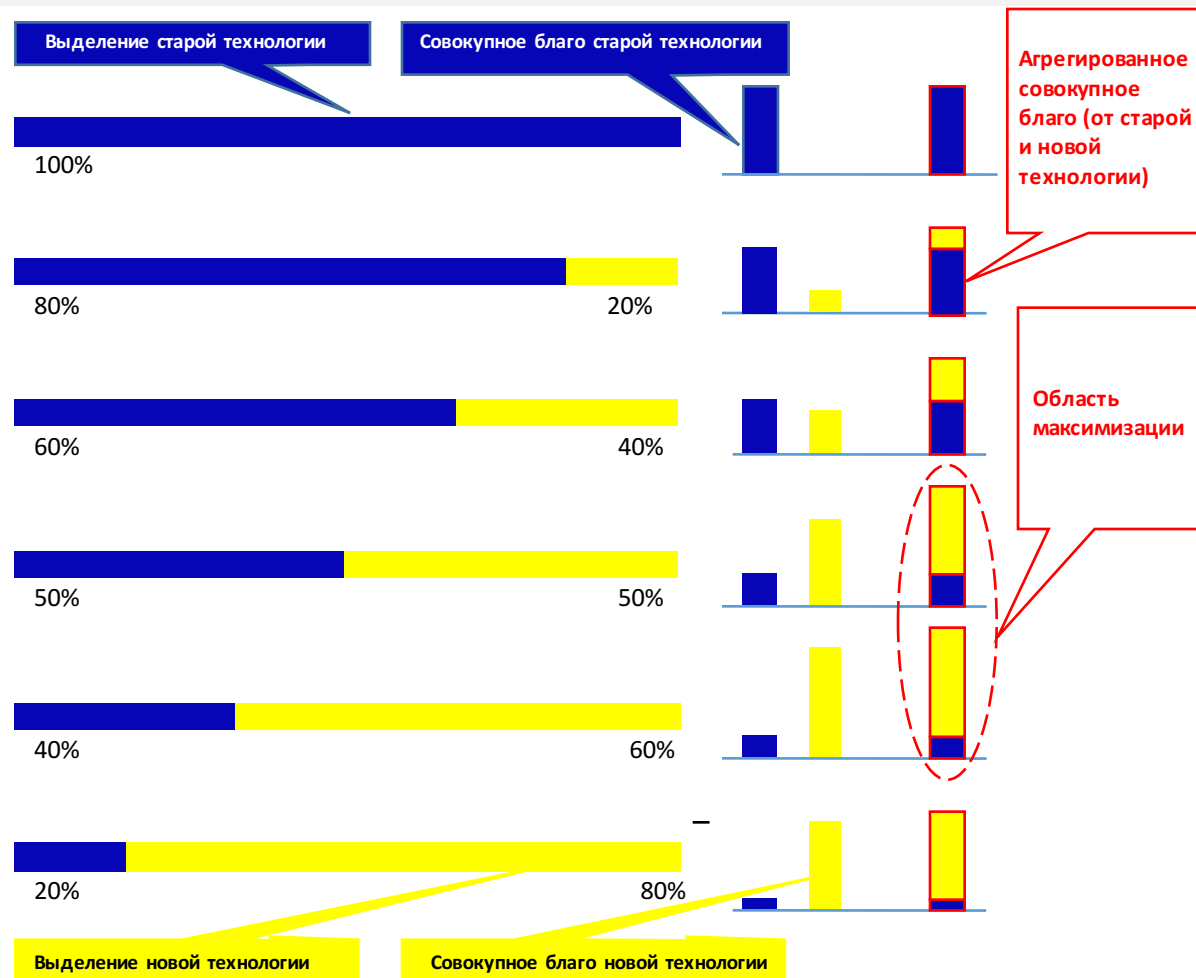
$$SUE = \frac{N}{B \times S \times T}$$

N : число несоздающих друг другу помех РЭС в одной полосе

Совместное использование естественным образом ограничено спектрально-энергетическим объемом, отрицаемым одной службой для другой.

Оптимальная сегментация (экономика/техника)

Как применяется на практике...



Как оценивается...

Динамическое программирование (динамическая оптимизация) – метод решения комплексных проблем за счет разбиения их на ряд менее сложных под-проблем, которые решаются однократно с сохранением частных решений. Алгоритм далее анализирует частные решения и находит наилучшее их сочетание для оптимизации проблемы в целом.

Цель в максимизации целевой функции $Y(t)$ – совокупное благо для общества

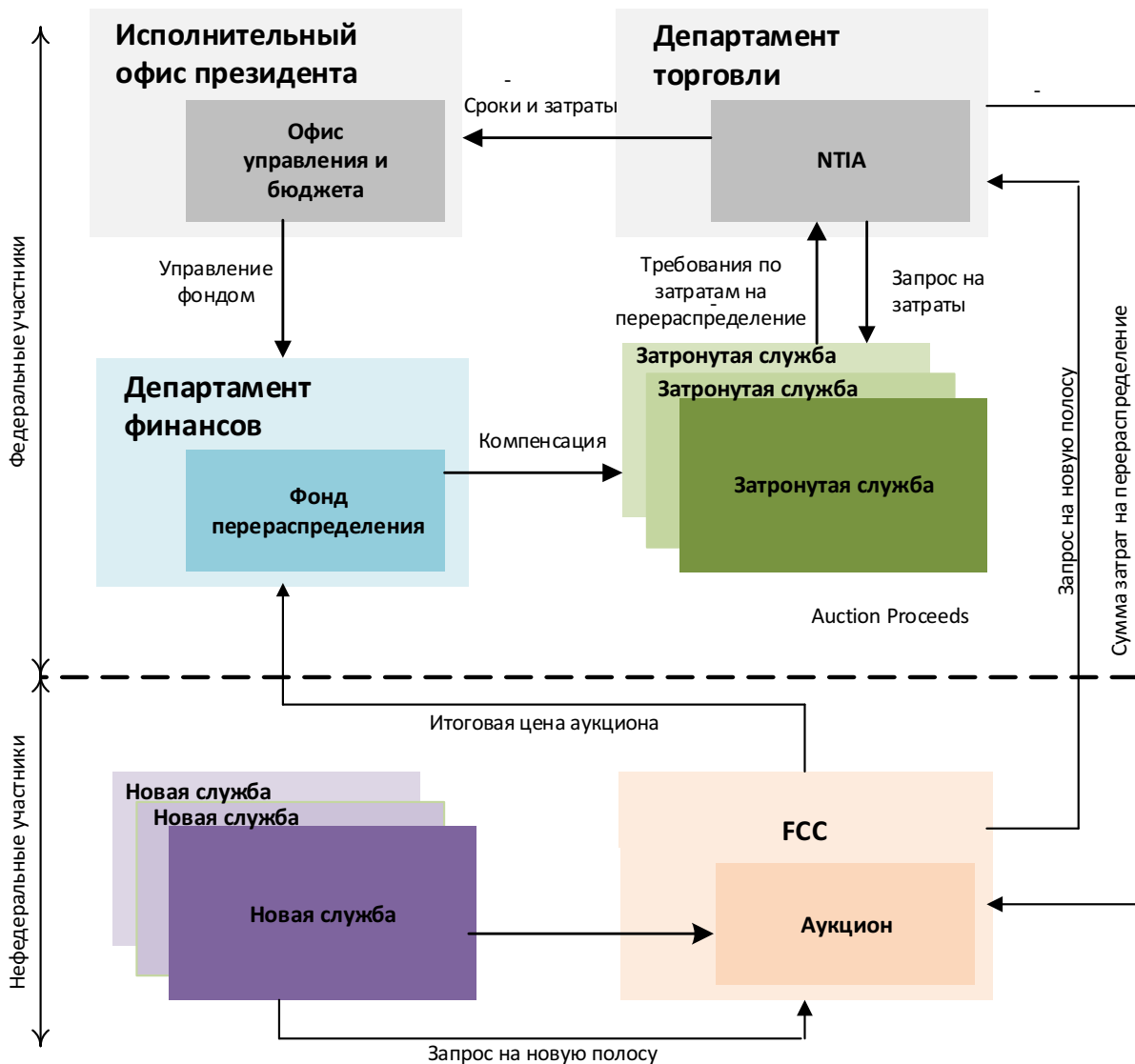
$$Y(t) = \max \sum_{k=0}^n y_k(x_k, t)$$

n – число радиослужб в рассматриваемой полосе;
 y_k – совокупное благо от использования k -ой службы радиосвязи в полосе частот x_k ;
 x_k – полоса частот, выделенная для k -ой службы радиосвязи;
 t – время, в течении которого полоса выделена k -ой службе радиосвязи.

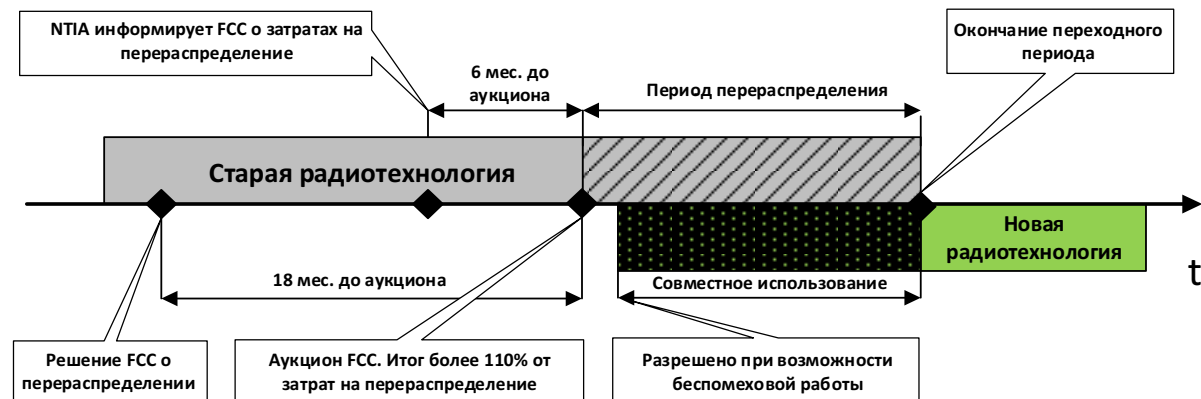
Оптимальная сегментация достигается в области максимизации агрегированного совокупного блага для общества от старой и новой технологий

Фонд перераспределения США

Управление фондом перераспределения



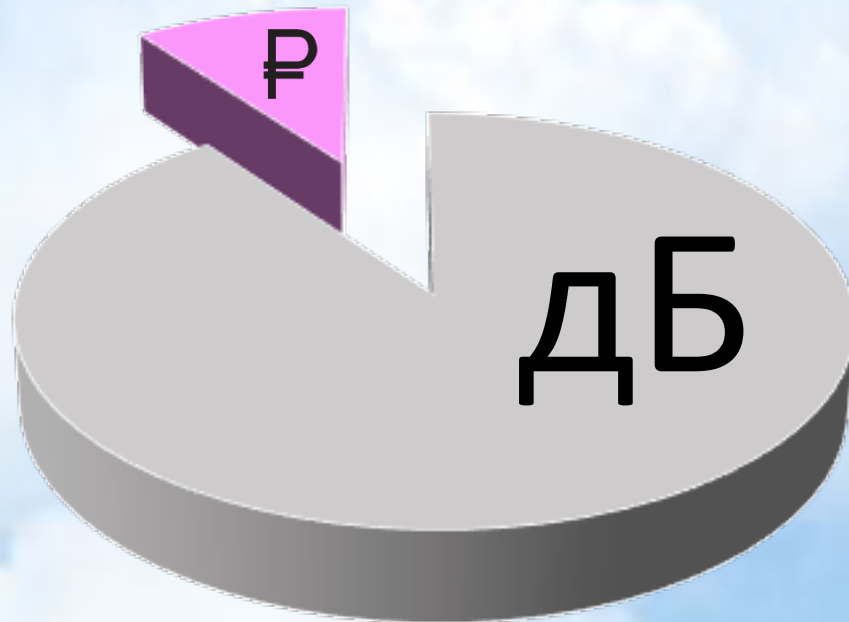
Регламент



1. Уведомление старой службы о намерении ее перераспределения (за 18 месяцев до аукциона).
2. Оценка старой службой затрат и сроков на перераспределение (за 6 месяце до аукциона).
3. Предоставление альтернативной полосы частот для перевода старой службы.
4. FCC не считает аукцион завершенным, если итоговые суммы не превышают **110 %** от затрат на перераспределение.
5. Внедрение новой службы в полосы новой службы допускается на условии непричинения помех.

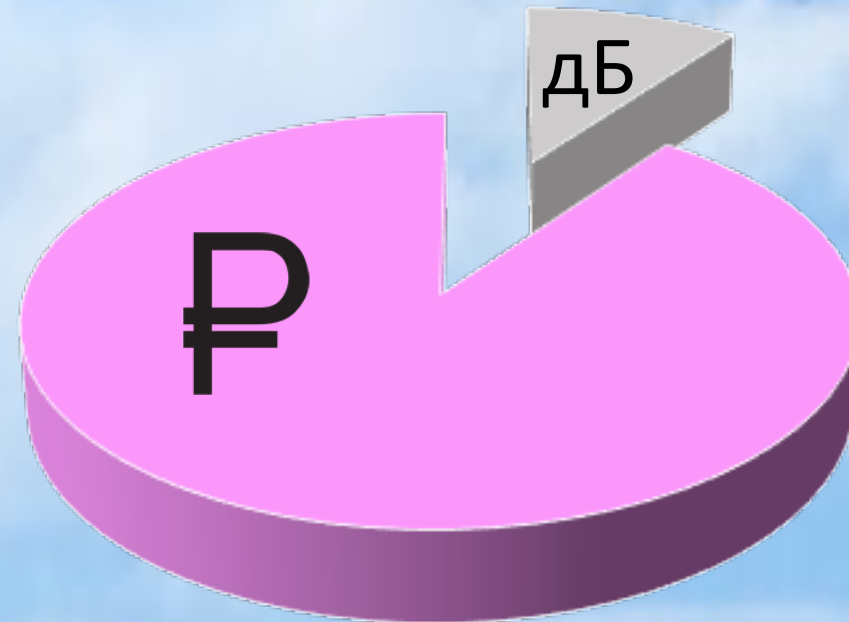
I have a dream...

Обновление спектра



- Затраты на ЭМС
- Затраты на высвобождение

Обновление спектра



- Затраты на ЭМС
- Затраты на высвобождение