



УДК 338.532.4 : 654.091.1

В.И. Котов**ПРОЦЕДУРА КОНКУРСНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
РАДИОЧАСТОТНОГО РЕСУРСА
НА ОСНОВЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ****V.I. Kotov****PROCEDURE COMPETITIVE DISTRIBUTION
OF RADIO FREQUENCY RESOURCES
BASED ON TECHNICAL AND ECONOMIC CRITERIA**

Рассмотрен подход к выделению радиочастотного ресурса пользователям на конкурсной основе. Представлены критерии для оценки проектов-заявок претендентов на ресурс, учитывающих эффективность его использования в долгосрочной перспективе. Предложена автоматизированная процедура анализа конкурирующих заявок на основе многокритериального выбора победителей конкурса.

РАДИОЧАСТОТНЫЙ РЕСУРС. ЭФФЕКТИВНОСТЬ. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР.

The following paper describes a problem of radio frequency resource distributions by the competition. Criteria complex include some indicators of social and economical efficiency usage of radio frequency resource in long term period. Computer multi-criteria choice in competition procedure is discussed.

RADIO FREQUENCY RESOURCE. EFFICIENCY. MULTI-CRITERIA CHOICE.

Введение. Как показывает мировая практика, доступ пользователей к свободному радиочастотному ресурсу (РЧР) осуществляется на основе аукционов, лотерей, конкурсов или путем административного решения, принимаемого регулятором. При аукционном подходе можно получить максимальный разовый финансовый эффект; ресурс получают те, кто предложил наибольшую цену за него [1, 2]. При этом вовсе не обязательно, что наибольший эффект сохранится в долгосрочной перспективе (в течение всего времени действия приобретенной лицензии). При таком подходе трудно учесть другие нефинансовые полезные эффекты от размещаемого РЧР. Кроме того, аукционный подход неприемлем для бюджетных пользователей и практически не дает шанса мелким операторам.

Распределение РЧР на основе лотерей является простым, демократичным и недорогим решением, однако отдавать на волю случая проблему эффективности использования этого важнейшего государственного ресурса представляется нецелесообразным. Вот почему данный подход используется крайне редко.

Альтернативой указанным подходам является распределение дефицитного РЧР на конкурсной основе. Однако существующая сегодня практика организации конкурсов не опирается на экономические критерии эффективности использования ресурса в долгосрочной перспективе на государственном уровне. Нередко процедура конкурса разрабатывается под известный ограниченный круг участников и используется однократно. При организации таких конкурсов доминирующим критерием остается разовая плата за доступ к ресурсу, а не долгосрочные результаты его использования.

Здесь предлагается универсальная методика проведения подобных конкурсов, позволяющая регулятору в соответствии с [3] проводить определенную долгосрочную государственную политику в отношении использования РЧР. Несмотря на использование достаточно сложного многокритериального подхода к определению победителя, удалось разработать алгоритм, упрощающий процедуру конкурсного отбора за счет автоматизации анализа заявок претендентов.

Постановка задачи конкурсного распределения дефицитного ресурса. Проблема состоит в том, как наиболее эффективно с точки зрения государства распределить имеющийся ограниченный свободный РЧР между несколькими претендентами, если заранее известно, что все заявки удовлетворить невозможно. Рассмотрим один из подходов к решению этой оптимизационной задачи.

С точки зрения теоретико-игрового подхода можно рассматривать эту задачу как игру N лиц с противоречивыми интересами:

- 1) государство (первый игрок), предоставляющее на конкурс некоторый объем РЧР;
- 2) $N - 1$ – пользователи РЧР, претендующие на указанный ресурс.

Так как объем предоставляемого РЧР ($V_{\text{РЧР}}$) ограничен, а спрос на ресурс превышает предложение, то имеет место неравенство

$$V_{\text{РЧР}} < \sum_{i=1}^{N-1} V_i. \quad (1)$$

Управляющий орган должен выбрать некоторое подмножество игроков – пользователей так, чтобы полученный в результате этого выбора суммарный полезный эффект от использования ресурса был максимальным. Указанная полезность может иметь различную природу, например:

- максимизацию финансовой отдачи от РЧР за счет разового платежа и за счет роста налогооблагаемой базы пользователей в долгосрочной перспективе;
- прирост занятости работников (прирост числа рабочих мест);
- прирост социального эффекта (продвижение инфокоммуникационных услуг в труднодоступные регионы страны);
- прирост территории охвата инфокоммуникационными услугами;
- прирост абонентской базы для операторов, предоставляющих инфокоммуникационные услуги.

Для решения проблемы выбора рассмотрим следующую конкурсную процедуру. После объявления конкурса каждый претендент предоставляет в конкурсную комиссию бизнес-план (заявку) с определенным горизонтом планирования, с показателями, о которых речь шла выше. Поскольку технология бизнес-планирования хорошо известна, кон-

курсной комиссии необходимо разработать единый формат заявок. При таком подходе у комиссии возникает задача многокритериального выбора из всего множества бизнес-планов некоторого оптимального подмножества победителей при соблюдении ограничения (1).

Процедура такого выбора должна быть максимально прозрачной. Она может опираться на ранжирование всего множества проектов-заявок на основе рассчитанных для них интегральных показателей качества. Подмножество наилучших проектов, суммарная потребность в РЧР которых не превосходит объем выделенного ресурса, станет победителем такого конкурса.

Для реализации этой идеи необходимо:

- создать конкурсную комиссию из числа высококвалифицированных экспертов;
- объявить конкурс и правила его проведения;
- провести предварительную независимую экспертизу конкурирующих проектов-заявок;
- используя единую технологию и процедуры, оценить интегральные показатели эффективности проектов использования РЧР;
- автоматизировать технологию многокритериального выбора.

Критерии оценки заявок. В качестве критериев оценки проектов-заявок можно предложить следующие.

Финансовые критерии:

- 1) размер разового лицензионного платежа, предлагаемого заявителем (тыс. руб.);
- 2) прирост налоговых поступлений в бюджет от пользователя РЧР (тыс. руб.);
- 3) эффективность использования РЧР (тыс. руб./МГц·км²·год);
- 4) объем инвестиций в проект (тыс. руб.);
- 5) PI – индекс рентабельности инвестиций (б/р);
- 6) NPV на конец горизонта планирования (тыс. руб.);
- 7) ITS – индекс полной чувствительности (рискованности) проекта (б/р).

Социально-технологические критерии:

- 8) прирост территории обслуживания (км²);
- 9) степень труднодоступности района обслуживания (б/р);
- 10) прирост числа рабочих мест (шт.);
- 11) прирост числа потребителей услуг среди физических лиц (чел.);

12) прирост числа потребителей услуг среди юридических лиц (шт.);

13) социальная значимость направления использования РЧР (б/р);

14) срок от момента получения разрешения до начала предоставления инфокоммуникационных услуг или до начала использования РЧР в производственной деятельности организации.

Следует заметить, что рост всех критериев, кроме 7 и 14, ведет к росту интегральной оценки рассматриваемой заявки. Чем выше интегральная оценка, тем больше возможность победить в конкурсе. Числовые значения оставшихся двух критериев должны входить в интегральную оценку варианта в виде обратных величин, так как их рост ведет к снижению соответствующей интегральной оценки. Степень рискованности проекта *ITS* количественно можно оценить на основании методики, изложенной в [4]. Эффективность использования РЧР может быть рассчитана на основе методики и подходов, представленных в [4–6], или в рекомендациях МСЭ [7, 8]. Оценка ежегодных платежей за использование РЧР можно найти в [9].

Для критериев 9 и 13, не имеющих объективных измерителей, можно предложить следующую процедуру оценивания.

Определение степени труднодоступности района обслуживания (СТДРО). Составляется перечень регионов (для России это субъекты РФ), каждому из которых присваивается балл труднодоступности. При формировании этого балла учитываются следующие показатели:

- расстояние от столицы государства (для России – г. Москва), км. Чем больше это расстояние, тем выше СТДРО;

- расстояние от регионального центра (центра субъекта РФ), км. Чем больше это расстояние, тем выше СТДРО;

- будет обслуживаться городская или сельская территория, б/р. Если городская территория, то этот показатель можно выбрать равным 1, если сельская, то 2;

- действующий районный коэффициент, влияющий на заработную плату, размеры пенсий и прочие выплаты, б/р. Чем выше этот показатель, тем выше СТДРО;

- плотность населения в регионе (субъекте РФ), чел./км². Чем выше этот показатель, тем меньше СТДРО.

Указанные показатели нормируются и агрегируются в общую оценку СТДРО, которая рассчитывается по формуле

$$\text{СТДРО} = \sum_i Y_i^a w_i, \quad (2)$$

где i – порядковый номер показателя; $a = \pm 1$ – показатель степени влияния на СТДРО; Y_i – нормированное (после линейного сжатия) значение i -го показателя; w_i – весовой коэффициент i -го показателя (определяется экспертами).

При значительном разбросе абсолютных значений какого-либо показателя, его следует «сжать» с помощью линейного преобразования

$$Y = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} (X - X_{\min}) + Y_{\min} \quad (3)$$

до приемлемых величин. В табл. 1 приведен пример расчета СТДРО.

Определение социальной значимости направления использования РЧР. Для определения этого критерия можно составить перечень направлений использования РЧР и проранжировать их в порядке убывания. Общий принцип ранжирования может быть следующим: если деятельность с использованием РЧР является неприбыльной и проводится в интересах всего населения страны или региона, то такое использование РЧР имеет большую социальную значимость, чем бизнес, направленный только на извлечение прибыли.

Как показывает табл. 2, все что связано с государственным управлением, обороной, здоровьем и безопасностью людей, имеет более высокий ранг по сравнению с остальными направлениями использования РЧР. Данное ранжирование проводится экспертами регулятора. Если в компетенцию органа управления РЧР входят только направления гражданского использования ресурса, то первые два направления можно исключить. Значения полученных рангов после сжатия войдут в интегральную оценку соответствующих проектов-заявок.

Предложенные критерии для сравнительной оценки конкурирующих заявок на предоставление РЧР опираются в основном на объективные показатели, за исключением критериев 9 и 13, при определении которых требуются экспертные оценки.

Таблица 1

Определение степени труднодоступности района обслуживания

Показатель	Единица измерения	Влияние на СТДРО ($a = \pm 1$)	Абсолютная величина	Для абсолютных величин (X)		Для нормированных величин (Y)		Нормированные величины после линейного сжатия (Y)	Ранг	Весовой коэффициент, % (W)
				max	min	max	min			
Расстояние от столицы РФ	км	1	4000	7000	–	10	0	5,71	7	23,3
Расстояние от центра субъекта РФ	км	1	200	2000	–	5	0	0,50	4	13,3
Городская или сельская территория	б/р	1	2	2	1	2	1	2,00	6	20,0
Районный коэффициент	б/р	1	2	3	1	3	1	2,00	8	26,7
Плотность населения в субъекте РФ	чел./км ²	–1	20	361	0,02	10	1	1,50	5	16,7
Сумма	б/р								30	100
СТДРО	б/р	2,445								

Таблица 2

Ранжирование направлений использования РЧР по социальной значимости
 (с учетом линейного сжатия)

Направление использования РЧР	Ранг	После сжатия
1. Государственное управление	6	3,0
2. Оборона и государственная безопасность	6	3,0
3. здравоохранение	6	3,0
4. Пожарная безопасность	6	3,0
5. Безопасность речного и морского судоходства	6	3,0
6. Безопасность воздушного транспорта	6	3,0
7. Безопасность автомобильного транспорта	6	3,0
8. Деятельность МЧС	6	3,0
9. Деятельность МВД	6	3,0
10. Охрана природы и экология	5	2,6
11. Гидро-метеослужба	4	2,2
12. Фундаментальные научные исследования	3	1,8
13. Радиоловительство	2	1,4
14. Бизнес (чисто коммерческое использование)	1	1,0
Сумма	69	36
max	6	3
min	1	1

Таблица 3

Матрица конкурирующих заявок

Вариант i / Критерий j	1	2	3	...	n	Интегральная оценка заявки
Заявка 1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{1n}	Y_1
Заявка 2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{2n}	Y_2
...
Заявка i	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	...	X_{in}	Y_i
...
Заявка m	X_{m1}	X_{m2}	X_{m3}	...	X_{mn}	Y_m
Направление влияния	α_1	α_2	α_3	...	α_n	...
Весовой коэффициент	W_1	W_2	W_3	...	W_n	$\sum W_j = 1$

Процедура многокритериального выбора наилучших заявок. После того как для всех заявленных проектов определены указанные выше критерии, конкурсная комиссия может перейти к процедуре многокритериального выбора, используя технологию, описанную в [10]. Вначале составляется матрица заявок в форме табл. 3.

Здесь значения X_{ij} всех критериев нормализованы делением каждого показателя j -й группы на максимальное значение по всем заявкам этой группы. Направление влияния критерия на интегральную оценку учитывается следующим образом:

– если рост значения критерия X ведет к росту оценки Y , то он входит в интегральную оценку как X^α ($\alpha = 1$);

– если рост значения критерия X ведет к снижению оценки Y , то он входит в интегральную оценку как $X^\alpha = 1/X$ ($\alpha = -1$).

Каждый критерий снабжается субъективным весовым коэффициентом W_j , учитывающим степень значимости критерия для данного эксперта. Эксперты выставляют оценки для всех критериев по шкале от 0 – «незначимый» до 10 – «самый значимый». Далее по этим оценкам рассчитываются весовые коэффициенты так, чтобы сумма всех весов равнялась единице. Поскольку при большом числе критериев (в нашем случае их 14) непосредственная сравнительная оценка может быть весьма затруднительной, в предлагаемой модели предусмотрена воз-

можность выставления оценок методом парных сравнений каждого критерия с каждым, после чего определялись соответствующие весовые коэффициенты.

Далее можно найти интегральную оценку для каждой заявки, отсортировать заявки в порядке убывания оценок и выбрать одну или несколько наилучших заявок на основе аддитивного выбора [11]:

$$Y_A^* = \max \left[Y_i = \sum_{j=1}^n w_j X_{ij}^\alpha \right]_{i=1}^m. \quad (4)$$

Замечания об экспертных оценках и особенностях работы модели. Описанная процедура многокритериального выбора и построенная на ее основе компьютерная модель позволяют использовать экспертов только на этапе разработки модели для принятия решений. Эксперты не рассматривают конкретные заявки в ходе самого конкурса, что, безусловно, может снизить уровень субъективизма и исключит влияние лоббирования на результаты конкурса.

Мнения группы экспертов о степени значимости выбранных критериев формируются следующим образом. Вначале эксперты выбирают один из двух методов формирования экспертных оценок: либо непосредственное оценивание значимости критериев по шкале от 0 до 10 баллов, либо используют матрицу парных сравнений (табл. 4).

Таблица 4

Матрица парных сравнений критериев

ФИО эксперта	Какому критерию предпочитаем?					Примечание
	1	2	3	...	<i>n</i>	
Какой критерий предпочитаем?						
1	ШШ	B_{12}	B_{13}	...	B_{1n}	
2	B_{21}	ШШ	B_{23}	...	B_{2n}	
...	
<i>i</i>	B_{i1}	B_{i2}	B_{i3}	...	B_{in}	
...	
<i>n</i>	B_{n1}	B_{n2}	B_{n3}	...	ШШ	
Число предпочтений	B_1	B_2	B_3	...	B_n	
Усредненная оценка по всем экспертам	CB_1	CB_2	CB_3	...	CB_n	
Весовые коэффициенты	W_1	W_2	W_3	...	W_n	$\sum W_i = 1$

Каждый эксперт заполняет только клетки верхнего треугольника матрицы, двигаясь слева направо, начиная с первой строки (от первого критерия). Например, если первый критерий он предпочитает второму, то $B_{12} = 1$, в противном случае $B_{12} = 0$ и т. д. Если какой-то эксперт затрудняется сделать выбор, то соответствующая клетка остается незаполненной.

Клетки главной диагонали остаются пустыми. Клетки нижнего треугольника заполняются автоматически из условия: $B_{ij} = 1 - B_{ji}$. Затем в каждой колонке подсчитывается число предпочтений B_j . Аналогично обрабатываются оценки всех экспертов, затем определяются усредненные оценки и находятся соответствующие весовые коэффициенты.

В группу независимых (от претендентов) экспертов можно включить представителей радиочастотной службы, специалистов из профильных научно-исследовательских учреждений и университетов. Однако далеко не каждый эксперт может адекватно сопоставлять и оценивать технологические и экономические критерии одновременно. В этом случае можно всех экспертов разбить на две группы: технологическую и экономическую. Значимость групповых оценок может быть выбрана одинаковой, либо для каждой группы можно задать свой приоритет, т. е. некоторый множитель P_k , на который в процессе расчета весовых коэффициентов W_j умножаются соответствующие числа предпочтений B_j или

экспертные оценки, если был выбран метод непосредственного оценивания (см. табл. 5).

Например, если технологические показатели важнее экономических, то множитель приоритета этих показателей можно выбрать равный двум, а для экономических показателей — равный единице. Выбор приоритетов остается за регулятором, представляющим интересы государства.

После автоматизированного расчета интегральных показателей по всем заявкам проводится их сортировка, а конкурсной комиссии остается подвести черту, включив в число победителей заявки-проекты, которые вместе удовлетворяют заданному ограничению (1). Если разыгрывается объем РЧР, которого хватит только на одного претендента, то им должна стать проект-заявка, получившая наивысшую интегральную оценку (первая в списке после сортировки по убыванию интегрального критерия).

Заключение. Описанная процедура и компьютерная модель для принятия решений в условиях многокритериального выбора реализована с помощью электронных таблиц EXCEL. Практическая апробация этой модели продемонстрировала ее адекватность и работоспособность. Данный конкурсный подход к поиску наилучшей группы заявок позволит: — существенно сократить временные затраты при рассмотрении множества конкурирующих проектов-заявок;

Таблица 5

Экспертные оценки и предпочтения с учетом приоритетов

Эксперты / Критерии	1	2	3	...	n	Множитель приоритета
1	B_{11}	B_{12}	B_{13}	...	B_{1n}	P_1
2	B_{21}	B_{22}	B_{23}	...	B_{2n}	P_2
...
k	B_{k1}	B_{k2}	B_{k3}	...	B_{kn}	P_k
...
L	B_{L1}	B_{L2}	B_{L3}	...	B_{Ln}	P_L
Число предпочтений с учетом приоритетов	B_1	B_2	B_3	...	B_n	
Усредненная оценка по всем экспертам с учетом приоритетов	CB_1	CB_2	CB_3	...	CB_n	
Весовой коэффициент с учетом приоритетов	W_1	W_2	W_3	...	W_n	$\sum W_j = 1$

- формализовать и упростить процедуру принятия решений в условиях множества критериев;
- упорядочить работу группы экспертов и учесть их реальные возможности адекватно сопоставлять критерии различной природы;
- максимально использовать всю объективную

- информацию для выбора заявок-победителей;
- максимизировать будущий полезный для государства эффект от использования РЧР на этапе распределения этого ресурса;
- в силу своей прозрачности даст возможность исключить теневое лоббирование при принятии подобных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хохлачева, К. Аукционы. Испания, Швейцария, Бельгия, Австралия, Швеция, Франция [Текст] / К. Хохлачева // Радиочастотный спектр. – 2001. – № 4(16).

2. Хохлачева, К. Аукционы. Франция, Италия, Австралия [Текст] / К. Хохлачева // Радиочастотный спектр. – 2001. – № 5(17).

3. О связи [Текст] : Федер. закон № 123-ФЗ от 07.07.2003 г. // Российская газета. – 2003. – 10 июля (СЗ РФ 2003 г., ст. 1, 22–24).

4. Котов, В.И. Экономические методы управления радиочастотным ресурсом и эффективность его использования на государственном уровне [Текст] / В.И. Котов. – СПб: Линк, 2009. – 268 с.

5. Назаренко, А.П. Единый критерий оценки эффективности использования частотного спектра [Текст] / А.П. Назаренко, В.К. Сарьян, Н.А. Сущенко // Электросвязь. – 2009. – № 10.

6. Голофаст, В.Л. Интегральная оценка эффективности изменений производственной деятельности предприятий [Текст] / В.Л. Голофаст, А.Е. Миллер // Научно-технические ведомости СПбГПУ.

Серия «Экономические науки». – 2010. – № 2(96).

7. Definition of spectrum use and efficiency of a radio system [Text] : Recommendation ITU-R SM.1046-2, 2006.

8. Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне [Текст] / Междунар. союз электросвязи. – ITU, 2005. – С. 286–301.

9. Котов, В.И. Модель прогноза ежегодных платежей за использование радиочастотного ресурса [Текст] / В.И. Котов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». – 2010. – № 5(107).

10. Ермаков, А.В. Многокритериальный подход к выбору сценария инвестиционного проекта [Текст] / А.В. Ермаков, В.И. Котов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Информатика. Телекоммуникации. Управление». – 2009. – № 3(72).

11. Андрейчиков, А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике [Текст] / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.