

### 1.3. Экономические методы управления использованием РЧС

Радиочастотный спектр — один из наиболее дефицитных природных ресурсов, различные возможности использования которого расширяются день ото дня. Чем эффективнее этот ресурс используется, тем активнее происходит социальное и экономическое развитие страны.

Традиционная административная система управления использованием спектра вполне успешно работала до определенного момента. Сегодня же перед ней встает все больше проблем. Одна из них чисто экономическая — необходимость восстановления равновесия между спросом и предложением данного ресурса. Решение этой проблемы требует разработки новых экономических методов управления использованием РЧС. Эти методы, дополняя собой традиционные технические, регуляторные и законодательные процедуры, позволят создать современную систему управления использованием спектра. Целью совершенствования современной отечественной системы управления использованием РЧС является создание такой структуры управления, которая бы усилила роль рыночных механизмов в управлении использованием спектра.

Для решения части этих задач могут применяться различные процедуры. Некоторые из них описаны в Справочнике МСЭ «Управление использованием спектра на национальном уровне» [1]. Они, хотя и являются сложными, тем не менее могут быть внедрены при наличии соответствующих финансовых ресурсов, технического опыта и времени.

В нашей стране в соответствии с Законом «О связи», который вступил в силу 1 января 2004 г., частоты для работы различных радиосистем должны выделяться на платной основе. Для пользователей должна устанавливаться разовая и ежегодная плата за использование радиочастот. Целевое предназначение этой платы — обеспечение функционирования системы радиоконтроля (контроля за использованием радиочастот), конверсии РЧС и финансирование мероприятий по переводу действующих РЭС в другие полосы радиочастот.

Порядок определения размеров разовой ежегодной платы, ее взимания, распределения и использования должен быть определен Правительством РФ. Размеры разовой и ежегодной платы должны устанавливаться дифференцированно в зависимости от используемых диапазонов радиочастот, количества радиочастот и применяемых технологий.

Разделим проблемы, стоящие перед регулятором, внедряющим экономические методы управления РЧС, на три категории.

**Категория 1:** Как финансировать управление использованием спектра?

Каковы основные принципы финансирования?

Каковы экономические меры повышения эффективности управления использованием спектра?

Каковы преимущества и недостатки этих мер?

Какие факторы (географические, топографические, инфраструктурные, социальные, юридические) могут повлиять на выбор и применение этих мер?

**Категория 2:** На основании каких критериев распределять ресурс?

Какую прибыль может извлечь государство из использования спектра и как ее оценить количественно с целью сравнения конкретных подходов к управлению спектра по параметру цена/выгода?

Как смоделировать выгоду в экономической форме и как проверить пригодность моделей?

Какие факторы могут повлиять на выгоды, извлекаемые Администрацией из использования РЧС, включая государственные службы обеспечения безопасности человеческой жизни?

**Категория 3:** Как определить цену спектра?

**Категория 4:** Дополнительные методы управления использованием спектра.

Какие еще существуют подходы к управлению использованием спектра, включая привлечение некоммерческих и частных организаций?

Какие необходимы технические, эксплуатационные и регуляторные меры для реализации этих подходов в аспекте: инфраструктуры страны; управления использованием региональных и международных аспектов (например, регистрация, координация, радиоконтроль)?

Ниже рассматриваются пути решения указанных проблем.

### 1.3.1. Экономические подходы к управлению РЧС и его финансирование

В отчете МСЭ «Экономические подходы к управлению использованием спектра на национальном уровне» [12] сказано, что каждая Администрация должна найти способ надежного получения достаточной прибыли для содержания системы управления использованием спектра. Адекватное финансирование этой системы может оказаться критичным для ввода в действие новых радиосредств и их беспомеховой работы. Кроме того, правильно финансируемая программа управления использованием спектра создает благоприятные условия работы провайдеров услуг и производителей оборудования. Недостаточное финансирование может помешать внедрению новых радиослужб или затормозить его. Действительно, провайдеры могут отказаться предоставлять услуги в стране, где не обеспечено эффективное управление использованием спектра, с тем, чтобы найти более благоприятную правовую среду в этой сфере в других странах.

Существующие подходы к финансированию управления использованием РЧС состоят из следующего.

**Традиционное финансирование из бюджета.** До недавнего времени фактически все страны финансировали свои программы управления использованием спектра из бюджета страны. Обычно объем выделяемых средств зависел от приоритетов правительства, возможности которого ограничены налоговыми поступлениями.

**Платежи за использование спектра.** Этот подход включает оплату некоторых или всех разрешений на использование спектра. Сегодня некоторые страны полностью или частично финансируют свои программы управления использованием спектра из этих платежей. Тарифы установлены исходя из разных подходов, а формулы для вычисления платежей могут быть как простыми, так и сложными.

**Аукционы.** Еще одним способом финансирования управления использованием спектра является проведение аукционов по продаже прав на использование того или иного участка спектра.

В настоящее время ни одна страна мира не финансирует систему управления использованием спектра только за счет доходов, полученных от аукционов. Интересно, однако, что такие доходы в США в последние годы намного превысили стоимость управления использованием спектра.

Рассмотрим преимущества и недостатки этих подходов.

**Бюджетное финансирование** успешно использовалось в некоторых развитых странах много лет. Однако такой подход в значительной мере зависит от осознания администрацией важности радиосвязи и управления использованием спектра. Национальные правительственные организации, имеющие дело с множеством вопросов, часто незнакомы с проблемами использования спектра или влияния радиосвязи на национальную экономику. Кроме того, при таком подходе финансовое бремя несут не только те, кто получает выгоды от использования спектра, но и все граждане в виде косвенного налога.

**Метод лицензионных платежей** также успешно использовался во многих странах; он позволяет заранее определить доходы, которые могут быть направлены на управление использованием спектра, при этом расходы на это управление оплачивают те, кто получает выгоды от использования спектра. Размер платежей может, в частности, определяться с учетом оплаты управленческих услуг. Однако довольно сложно определить размер платы для каждого типа использования радиосвязи. Сумма платежей может оказаться недостаточной для компенсации расходов на управление использованием спектра. Тем не менее для обеспечения полного финансирования управления использованием спектра можно разработать

схему лицензионных платежей, которые покрывают дополнительные затраты на регулирование. Так, в дополнение к обязательным платежам с пользователей спектра могут взиматься сборы за право участия в конкурсах, лотереях и аукционах.

**Преимущества аукционного подхода** состоят в том, что результаты аукциона довольно точно отражают цену спектра и возлагают расходы за управление спектром на тех, кто прямо получает выгоды от его использования. Однако недостаток этого подхода состоит в том, что размер прибыли не определен и может быть больше или меньше того, что необходимо для надлежащего финансирования управления использованием спектра. (В США, например, в 1994–1996 годы доходы от аукционов по продаже спектра значительно превысили ожидания, в то время как доходы от недавних аукционов были ниже предварительных оценок.)

Если доходы превышают необходимую сумму, то их часть может быть возвращена государству, если доход ниже, то для поддержки всех необходимых функций управления использованием спектра придется привлекать бюджетное финансирование или проценты от лицензионных платежей. В принципе можно попытаться гарантировать достаточность доходов, установив минимальные ставки для начальных заявок, однако, если эти ставки будут слишком велики, не будет получено никаких заявок.

При определенных условиях аукционы могут быть неприемлемы. Так, аукционы не могут проводиться, если есть только одна заявка (при этом по условиям конкурс не может состояться, а значит, спектр не будет использоваться вообще, и государство не получит никакой прибыли), а также если невозможно определить правила использования продаваемого участка спектра (например, при внедрении новых технологий, таких как цифровое теле- или радиовещание), либо если предполагаемые затраты на проведение аукциона превышают ожидаемый доход.

### 1.3.2. Экономика повышения эффективности использования спектра

Первой экономической задачей для любого ресурса, включая спектр, является получение от него максимальной выгоды для общества. Экономисты называют это эффективным экономическим распределением ресурса. Считается, что ресурс эффективно распределен и общая прибыль для общества максимальна, если ресурс невозможно перераспределить так, чтобы кому-то стало лучше, но при этом никто бы не пострадал. Такое распределение ресурсов известно как «критерий оптимальности Парето», названный в честь его разработчика — итальянского экономиста Вильфредо Парето. Однако строгое следование этому критерию при принятии решений значительно ограничивает выбор вариантов для управления использованием спектра, потому что при любом решении всегда найдется кто-либо, кому будет хуже; следовательно, более достижим менее ограничивающий «потенциальный критерий» Парето. Этот критерий устанавливает, что перераспределение ресурсов ведет к росту социального благосостояния в целом и, следовательно, должно проводиться, если те, кому после перераспределения становится лучше, могут, в принципе, полностью компенсировать потери тех, кому станет хуже, и иметь при этом большую прибыль, чем до перераспределения.

Второй экономической задачей является определение цены ресурса. Экономисты определяют стоимость ресурса, будь то спектр радиочастот, нефть или лесоматериалы, как функцию от ренты (или дохода, который он приносит). Права или привилегии по добыче

нефти имеют ценность для компаний, которые могут продать эту нефть потребителям или использовать ее как горючее для своего транспорта. Точно так же права или привилегии в отношении использования РЧС имеют ценность для пользователей, которые могут продавать услуги связи или использовать радиотехнологии в производстве других товаров или услуг (например, радиотакси). Ренту, взимаемую за ресурс, можно количественно определить ценой, по которой этот ресурс выставляется на открытый рынок. Если пользователь бесплатно получает разрешение на спектр, имеющее некую стоимость, то он получает ренту, определенную ценой этого спектра.

Ценность спектра отражается в двух свойственных ему показателях ренты: ренте дефицита и дифференциальной ренте.

**Рента дефицита** существует, поскольку спрос на спектр, по крайней мере в определенных диапазонах и в определенное время, превышает предложение.

**Дифференциальная рента** существует, поскольку каждому диапазону частот присущи свои характеристики распространения радиоволн, что делает его пригодным для определенных радиослужб. Доступ к ресурсу в наиболее пригодном диапазоне частот может минимизировать затраты на создание системы связи и оптимизировать качество ее работы. Диапазоны, пригодные для множества различных радиослужб, использующих недорогое оборудование, имеют большую ценность, чем диапазоны, пригодные только для одного типа службы, использующего дорогостоящее оборудование.

Однако ценность любых диапазонов может быть существенно снижена, если в конкретной географической области они используются совместно. Несмотря на то что в ряде случаев обеспечивается совместимость РЭС и спектр при этом используется эффективно, передатчики, работающие на одних частотах в одном географическом районе, могут создавать взаимные помехи, что понижает ценность данной полосы частот на данной территории в данное время.

Теоретически целей оптимальности и доходности использования ресурса можно достичь созданием свободного рынка спектра. На таком рынке должны быть четко определены права владения на все спектральные присвоения, которые могли бы передаваться, объединяться и разделяться, а также использоваться для любых целей, подходящих для владельца, до тех пор, пока это использование не нарушает права владения других пользователей спектра. Однако такое положение дел нереализуемо. Сегодня в эфире работают технически разные радиослужбы (радиовещание, подвижные, наземные и спутниковые), и необходимо обеспечить отсутствие помех между ними. То есть для создания такого «идеального» рынка спектра потребовался бы исключительно сложный инженерный анализ, в ходе которого неминуемы споры между пользователями спектра. Есть и другие причины для наложения определенных ограничений на свободу рынка спектра. Например:

- необходимость удовлетворять важные правительственные, научные и другие социальные потребности;
- может быть желательным введение ограничений на объединение прав владения на участки спектра отдельных пользователей для предотвращения монопольного доминирования на рынке;
- присвоение конкретных полос частот определенным пользователям в рамках страны или на основе многосторонних международных соглашений позволит сократить номенклатуру производимого оборудования;
- международное распределение полос частот для всемирных пользователей спектра, таких как подвижные средства связи на кораблях и самолетах, способствует тому, что отпадает необходимость иметь на борту множество различных РЭС для выполнения одних и тех же функций связи.

### 1.3.3. Проблемы распределения РЧС между пользователями

В настоящее время при распределении РЧС между пользователями действует правило, в соответствии с которым заявитель, первым представивший радиочастотную заявку, имеет право первенства на получение частот. Однако в рыночных условиях это правило теряет свой смысл. Мировая практика предлагает несколько способов распределения спектра.

**Нерыночные подходы к присвоению спектра.** При выборе лучшего конкуренты, претендующие на участок спектра, формально сравниваются на основе заранее известных критериев (обычно это количество абонентов, качество обслуживания и срок до начала предоставления услуг). Специальная комиссия выбирает лучшего по данным критериям претендента и ему выдает лицензию. Однако эта процедура может быть очень длительной и трудоемкой, и все равно спектр может быть выделен не тому, кто будет использовать его наиболее эффективно; кроме того, никакой прибыли регулятор не получит до тех пор, пока не поступят платежи за лицензию и/или за использование РЧС. Немаловажно и то, что в таких случаях решение нередко принимается на основе незначительных различий между претендентами и это может приводить к обжалованию решения теми, кто лицензию не получил.

В лотерее лицензиаты выбираются случайно. Лотереи могут несколько уменьшить административные расходы на создание комиссии и проведение слушаний, но могут повлечь за собой затраты другого типа, например на обработку большего числа документов. Кроме того, лотереи распределяют спектр по воле случая, т.е. не тому, кто оценивает его наиболее высоко. Победители лотереи во многих случаях передают (продают) свои права на использование спектра другим участникам. Лотереи, не предусматривающие значительных заявочных сборов или других мер, которые гарантируют намерение претендента предоставлять услуги, ведут к поощрению спекуляции.

**Подход к присвоению на рыночной основе.**

*Аукционы.* На аукционе лицензии достаются тому, кто оценивает их наиболее высоко, причем орган управления использованием РЧС, проводя аукционы, получает прибыль. Однако, как и в случае с неограниченным рынком спектра, аукционы могут способствовать захвату спектра со стороны мощных концернов. Имея в своем распоряжении значительные средства, такие концерны со временем могут оказаться монопольными хозяевами спектра в одном или нескольких диапазонах частот, либо в ряде регионов страны. В результате окажется, что на рынке представлен только один поставщик услуг. Рынок перестает быть конкурентным, рыночные механизмы перестают действовать, и в результате применения «рыночного» подхода получаем монополию, которая, как известно, гарантирует только максимум прибыли монополиста, а вовсе не экономическую эффективность использования ресурса. Для того чтобы этому воспрепятствовать, должны быть установлены ограничения на долю спектра, которую может приобрести отдельное юридическое лицо.

Кроме того, в результате продажи спектра с аукциона с рынка могут исчезнуть социально необходимые, но малопривлекательные для провайдера услуги.

Хотя аукционы являются механизмом присвоения частот, наиболее подходящим для обеспечения начального экономически эффективного распределения спектральных ресурсов, они не гарантируют продолжения использования спектра экономически эффективным образом в будущем. Как и в случаях с другими ресурсами, экономисты рекомендуют разрешать пользователям передавать свои права на использование спектра и обеспечивать пользователям высокую степень гибкости в выборе потребительских услуг путем использования своего спектра.

*Передаваемые права собственности.* Наименее ограничивающая форма передаваемых прав собственности обеспечивает неограниченную техническую гибкость использования

частот при условии отсутствия помех за границами присвоенной полосы частот. Этот способ, примененный ко всем полосам частот, дал бы неограниченный рынок спектра. Однако система полностью свободного рынка спектра не была реализована еще ни в одной стране.

Наиболее ограничивающая форма передаваемых прав собственности обеспечивает их передачу только в пределах данного распределения и только в рамках четко определенных технических параметров. Преимуществом этой системы является гарантия того, что пользователь будет наилучшим образом использовать присвоенный ему участок спектра, минимизируя помехи. Однако, ограничивая таким образом техническую гибкость, можно также значительно понизить экономическую эффективность.

Для того чтобы пояснить это, приведем реальный пример. Решением ГКРЧ от 1 марта 1994 г. (№ 18/5) был одобрен «План распределения радиочастот диапазона 160 МГц и условия их использования радиосредствами гражданского назначения». Это решение существенно упростило процедуру получения разрешений на использование этого диапазона. Однако в решении была фраза «технические характеристики разрабатываемой в Российской Федерации, закупаемой по импорту радиоаппаратуры должны соответствовать нормам, утвержденным ГКРЧ России и ГОСТ 12252–86, а также иметь разнос частот между каналами как 25 кГц, так и 12,5 кГц». А через 5–6 лет на рынке появились станции с разносом частот 6,75 кГц, позволяющие использовать спектр более эффективно. Но применять их не разрешают и по сей день, поскольку в ГОСТе не предусмотрено разноса 6,75 кГц. Из приведенного примера видно, что мы не в состоянии достоверно предсказать ход развития техники, поэтому и вводить ограничения на технические характеристики надо чрезвычайно осторожно.

Кроме того, если права собственности просто предусмотрены в соответствующих лицензиях, любой доход от конкретного присвоения спектра поступает владельцу лицензии, а не органу управления использованием спектра.

Умеренный подход по отношению к правам собственности, использованный в некоторых полосах частот Новой Зеландией, США и Австралией, предполагает возможность передачи прав в пределах данного распределения. Причем распределение это может быть определено в широком смысле, например для радиовещания или подвижной радиосвязи. Этот подход может привести к повышению экономической эффективности, во-первых, потому, что лицензиат может регулировать свое использование спектра в соответствии со стоимостью и уровнем спроса (например, оператор подвижной радиосвязи может использовать другие методы модуляции), и, во-вторых, потому, что лицензиаты могут свободно передавать все или часть своих прав на использование частот организациям, которые оценивают эти права наиболее высоко. Следовательно, система продажи прав на использование спектра стимулирует лицензиатов использовать спектр технически эффективно. Однако недостаток этого подхода состоит в том, что могут возрастать помехи между лицензиатами, поскольку начальные технические характеристики не определены.

#### **1.3.4. Преимущества и недостатки различных форм оплаты за использование РЧС**

Преимущество аукционов состоит в том, что лицензии выдаются тем, кто оценивает их наиболее высоко, и что они мгновенно приносят государству прибыль. Другими ожидаемыми выгодами аукционов могут быть ясность, прозрачность, объективность и быстрота распределения лицензий. Аукционы могут уменьшить возможности для протекционизма и коррупции в конкуренции за спектр, стимулировать инвестиции и способствовать технологическому развитию.

Однако для обеспечения конкуренции может оказаться необходимым принятие дополнительных мер. Например, в определенных ситуациях некоторые или все претенденты могут быть доминирующими поставщиками услуг, которые пытаются усилить свою монополию или олигополию (ограниченное число конкурентов). Условия, ограничивающие возможность участия в аукционе, или лимиты на участки спектра, которые может выиграть участник, способны облегчить решение этой проблемы, но это может ограничить число участников.

Наконец, аукционы иногда неэффективны или непрактичны для определенных служб или ситуаций. Один из таких случаев — отсутствие конкуренции. Примером может быть фиксированная служба — сеть радиорелейных линий (РРЛ) со множеством отдельных линий и конкретным территориальным размещением. Другие примеры — выделение частот для систем, предоставляющих социально необходимые услуги, либо для систем, предназначенных для научных исследований или для нужд обороны страны. У претендентов на РЧС для таких систем могут быть трудности с финансированием своего участия в аукционах. Если в стране все пользователи РЧС должны участвовать в аукционах на равных условиях, то в обществе может возникнуть нехватка необходимых услуг, предоставляемых такими системами. В идеальном случае участие таких претендентов в аукционах также должно соответствующим образом финансироваться, но никаких перспектив, что в ближайшем будущем это произойдет в какой-либо стране, нет.

**Лицензионные платежи** фактически не являются средством распределения ресурса, а представляют собой еще один способ финансирования управления использованием спектра. Подобно аукционам, лицензионная плата отражает ценность спектра и, если она установлена на достаточно высоком уровне, может заставлять пользователей радиосвязи выбирать между использованием спектра и другими возможностями, например применением проводных технологий.

Большинство стран не взимают плату за использование спектра с правительственных учреждений, а многие также не берут плату с других служб, представляющих общественный интерес, например с некоммерческих организаций. Однако в Австралии, Канаде и Великобритании плата берется и с правительственных учреждений.

Лицензионные платежи могут быть эффективно внедрены с применением следующих принципов:

- решения и изменения, касающиеся сбора платежей, должны приниматься открыто после консультаций с пользователями и промышленностью;
- размер платежа должен максимально учитывать ценность спектра;
- механизм оплаты должен быть легким для понимания и реализации;
- платежи не должны быть преградой для внедрения новейших технологий радиосвязи или для конкуренции;
- платежи должны способствовать достижению целей и решению задач эффективного управления использованием спектра.

Основные типы платежей базируются на административных затратах, связанных с процессом обработки заявки на получение лицензии, и на доходах, получаемых держателями лицензий от использования спектра.

По сравнению с бесплатной выдачей лицензионные платежи повышают экономическую эффективность использования РЧС при условии, что они установлены не выше той суммы, которая была бы получена при продаже спектра на аукционе. Если же размер платежа выше того, который готовы платить все потенциальные пользователи, то часть спектра останется невостребованной, следовательно, спектр будет недоиспользоваться и приносить меньше доходов для общества.

С другой стороны, если платежи установлены ниже той суммы, которая могла бы быть получена от аукциона, доходы регулятора будут ниже, чем от проведения аукциона. Убытки от установления слишком низкой платы за спектр заключаются в том, что спектр потенциально может использоваться неэкономно и его перегрузка может возрастать.

Приведем простой пример. Предположим, что имеется оператор, который использует два участка спектра и платит за каждый цену меньше рыночной, скажем \$100, т.е. \$200 за оба участка. Предположим также, что при приобретении аппаратуры с более эффективным использованием спектра за \$150 та же услуга может обеспечиваться с использованием только одного участка спектра. Рачительный поставщик услуги увидит, что вторая альтернатива имеет более высокую цену — \$250 (\$150 за новое оборудование и \$100 за один участок спектра), и, следовательно, не выберет ее. Если, однако, реальная рыночная цена спектра составляет, скажем, \$175 за участок, тогда оператор выберет приобретение новой аппаратуры и оставит себе один участок спектра, стоимость услуги для него в общей сложности составляет \$325 против \$350 за два участка спектра и использование старого оборудования. Теперь, когда этот участок освобожден, другой участник может использовать его, т.е. население получает две услуги на том же участке спектра, который обычно использовался только одной службой.

Кроме того, если размер платежа ниже рыночной цены спектра, то службы могут использовать спектр неэкономно. Ряд услуг, например передача ТВ, могут предоставляться как проводными, так и беспроводными средствами, в то время как для подвижной связи провода неприемлемы. Когда все ресурсы (радиочастотный спектр, волоконно-оптические кабели, медные провода и т.д.) оценены на рыночном уровне, поставщики услуг будут выбирать такую комбинацию этих ресурсов, которая была бы экономически эффективной. Однако, если спектр оценен ниже рыночной цены, то телеведущие, у которых есть выбор — использовать кабельную или беспроводную инфраструктуру, будут склонны использовать спектр, а не иные доступные альтернативы. Чем больше часть спектра, используемая телевидением, тем меньше его останется для других служб, что означает уменьшение общего числа услуг, предоставляемых населению.

### 1.3.5. Методы определения цены спектра

Формулы определения цены спектра должны быть приспособлены к конкретным условиям. Для того чтобы формула работала правильно, она должна разрабатываться для определенной задачи в понятных условиях применения. Очевидно, что цена спектра будет меняться и зависеть от плотности населения на данной территории, существующей там инфраструктуры связи, возможного спроса на услуги, степени необходимой приграничной координации, а также существующего спроса на данный участок спектра. Совершенно очевидно, что универсальной формулы создать невозможно, а применимость любой формулы будет ограничена конкретной радиослужбой и даже определенным количеством полос радиочастот. Мало того, со временем и с развитием технологий любая формула обязательно потребует изменения.

**Расчет цены на основе расходов на управление использованием РЧС.** Цена спектра может определяться комплексом необходимых действий, годовыми финансовыми потребностями или другими задачами управления использованием спектра. Платежи за спектр могут взиматься в момент выдачи или продления разрешения. Могут также взиматься ежегодные платежи, направляемые на поддержание системы радиоконтроля, баз данных частотных присвоений, представления интересов страны в МСЭ и т.д.



Преимущество этого подхода состоит в том, что он гарантирует выплату владельцами лицензий некоторой номинальной суммы за использование спектра. При этом отсеиваются те лицензиаты, прибыль которых от использования спектра недостаточна даже для оплаты этой номинальной суммы. Однако главным его недостатком является отсутствие связи между размером платежа и степенью использования спектра. Например, один владелец лицензии может использовать участок спектра в относительно малонаселенном районе и платить столько же, сколько платит второй пользователь, который использует тот же участок в густонаселенном районе, хотя, по сути, его участок имеет большую стоимость. Из-за отсутствия связи между платежом и использованием спектра такая оплата не способствует эффективному использованию спектра. Мало того, в районах и полосах частот, где спектр имеет небольшую ценность, такая плата может воспрепятствовать любому использованию спектра, что ведет к неэффективному результату. Однако, как показывает практика, наиболее типичной ошибкой является то, что оценка, образующая платежи, намного меньше стоимости спектра и, следовательно, стимулирует эффективное использование спектра лишь в минимальной степени.

**Расчет цены на основе доходов пользователя.** Цена может быть установлена в виде процента от дохода компании, полученного за счет использования спектра. Такой подход имеет то преимущество, что он позволяет органам, управляющим использованием спектра, получить значительные доходы от определенных служб. Например, телевещатель с ежегодным доходом в \$500 млн мог бы ежегодно платить \$500 тысяч, если бы платеж составлял 0,1% доходов. Кроме того, при увеличении доходов владельцев лицензий растут и доходы органов, управляющих использованием РЧС. Поэтому такое решение можно считать эффективным и справедливым.

Однако возможность сбора таких платежей существуют не всегда. Во-первых, этот метод получения платежей за использование РЧС применим только к пользователям, которые получают доходы, прямо связанные с использованием спектра. Он не применим к пользователям, доход которых является косвенным результатом использования спектра, поскольку может оказаться практически невозможным определить, какая часть общего дохода пользователя получена в результате использования РЧС. Например, неясно, как определить часть доходов коммунальных служб или телефонных компаний, связанную с использованием ими радиорелейных линий как составной части их инфраструктуры.

**Расчет цены на основе рыночной цены спектра.** Для установления рыночной цены РЧС может потребоваться финансовый анализ, оценка спроса на РЧС на основе маркетинговых исследований.

Формула платежей на основе рыночной цены имеет то преимущество, что она прямо ориентирована на желаемую цель. Собирая платежи за использование РЧС на основе рыночной цены, регулятор поощряет развитие альтернативных средств связи, для которых РЧС не требуется. В результате этого излишки спектра возвращают государству. Однако стоимость анализа, необходимого для определения рыночной цены РЧС, может превысить расходы на проведение аукциона. Например, три аукциона по продаже спектра для систем подвижной связи в США дали результаты, разительно отличающиеся от тех, которые прогнозировались почти всеми аналитиками.

Однако определение размера платежа на основании рыночной цены спектра может успешно использоваться в тех случаях, когда проведение аукциона непрактично или незаконно. Например, аукцион невозможен, если имеется только один желающий приобрести данный участок спектра.

Основной задачей экономики является установление цен. В соответствии с общей теорией микроэкономики существует стандартный метод определения цен на товары, показанный на рис. 1.1.

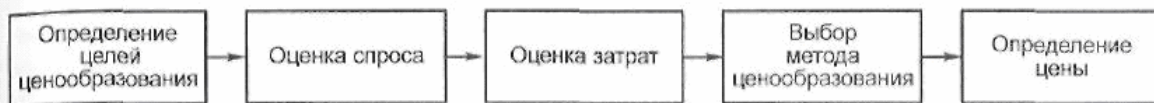


Рис. 1.1. Метод определения цен на товары

Механизм ценообразования — это очень тонкий вопрос, и одной из главных проблем в процессе принятия правительственного решения о цене спектра является понимание и убеждение всех заинтересованных сторон в том, что плата за спектр не просто способ пополнения государственной казны. Цены должны стимулировать повышение эффективности использования спектра, не тормозя при этом развитие новых технологий и не приводя к повышению тарифов на услуги связи.

Известно несколько основных методов определения цены спектра. Эти же методы можно применять также для определения стартовой цены при проведении аукциона. Известные методы основаны на:

- покрытия административных расходов;
- параметрах системы;
- стоимости высвобождения спектра;
- дифференциальной цене;
- «теневой» цене.

**Метод покрытия административных расходов** является наиболее простым и принят во многих странах. Он основан на оценке средств, необходимых для покрытия ежегодных расходов регулятора — государственной организации, которой поручено выполнение функций управления использованием спектра. Однако основным недостатком этого подхода является то, что тарифы, рассчитанные для покрытия административных расходов, никак не связаны с ценностью используемого спектра и, следовательно, не стимулируют повышение эффективности использования РЧС.

Для определения цены спектра на основании параметров системы разрабатывают разнообразные методы. Цена может быть рассчитана с учетом множества отдельных элементов и различных критериев, например, объема используемого спектра, числа физических или информационных каналов, степени загрузки, эффективности радиоборудования, мощности передатчика, площади зоны обслуживания, географического места расположения и т.д. В основе определения тарифа на использование спектра при таком подходе — определение различных технических параметров, требуемых для измерения объема или занимаемой области спектра, используемого данной радиосистемой. Для этого может, например, использоваться такая формула:

$$P = \frac{V}{M} \frac{K_f K_s}{K_m} C_s K_p,$$

где  $P$  — цена спектра;  $V$  — объем занимаемого пространства;  $M$  — польза от применения рассматриваемого радиоборудования, например, число каналов, предоставляемых потребителям;  $K_f$  — коэффициент учета характеристик используемого диапазона частот;  $K_s$  — коэффициент учета района размещения радиостанции;  $K_m$  — коэффициент учета социальных выгод от применения радиосистемы;  $C_s$  — годовые расходы на управление использованием спектра;  $K_p$  — коэффициент учета уровня спроса на частоты в рассматриваемом диапазоне.

С одной стороны, применение такого метода может стимулировать более эффективное использование спектра, с другой — остаются нерешенными проблемы, связанные с практи-

ческим использованием таких формул. Одним из недостатков этого метода является сложность выбора коэффициентов, которые должны учитывать особые свойства службы, спрос на спектр и т.п. Кроме того, сомнительно, что приведенная формула может учесть все отдельные возможности конкретной радиосистемы или сети. Остается нерешенной проблема определения социальных выгод от применения радиосистемы. Например, в случае, когда рассматривается вопрос об использовании низкоскоростных радиорелейных линий с одинаковыми параметрами в сельской местности и в городских районах, как определить различие в размерах социальной выгоды? Более того, учитывая, что современные технологии позволяют многим системам работать на одних и тех же частотах в одной и той же географической местности, не становится ли бессмысленным коэффициент «занимаемости» спектра?

В следующем подходе, который также можно реализовать относительно просто, тариф на использование спектра основан на затратах на *перераспределение* спектра. Имеется в виду, что в случае, когда в течение определенного промежутка времени (например, 10 лет) существующих пользователей требуется «перевести» в другой диапазон частот, такой перевод должен оплачиваться заинтересованными сторонами, в частности производителями нового оборудования и операторами новых систем. Предполагается, что новые операторы должны будут выкупить требуемый им объем спектра по цене, рассчитанной исходя из затрат, которые предстоят тому, кто освобождает спектр. Этот подход вполне разумен и косвенно повышает эффективность использования спектра, так как новые технологии будут более выгодны для общества и будут использовать выделенную им полосу экономически более эффективно. Он вполне пригоден, например, при разработке стратегии высвобождения полос частот в диапазоне 2 ГГц от существующих пользователей, в том числе и от РЭС военного назначения, для развития сетей сотовой подвижной связи 3-го поколения.

**Цена спектра на основе дифференциальной ренты** устанавливается на основе разницы между стоимостью оборудования для систем, предоставляющих одинаковые услуги, но использующих различные диапазоны частот. Поясним установление такой цены несколькими примерами.

Предположим, что две конкурирующие системы используют полосы одинаковой ширины в различных диапазонах, обе способны передавать одинаковый объем трафика с одинаковым качеством (рис. 1.2). Второй оператор работает на более высоких частотах. Поскольку рынок для одинаковых услуг устанавливает одинаковые цены, оператор, использующий более низкие частоты, а следовательно, и более дешевое оборудование, имеет большие доходы, чем его конкурент. Источник и размер этого элемента дохода никак не зависят от самого предпринимателя, а связан только со свойствами выделенной ему полосы частот.

Еще один метод определения цены спектра на основе дифференциальной ренты основан на сравнении капитальных затрат, необходимых для развертывания радиосистемы, и затрат, необходимых для создания альтернативной системы, предоставляющей такие же услуги, но использующей другие технологии, например кабель. Такой подход сейчас рассматривается в некоторых странах с целью введения цен на РЧС для операторов систем фиксированной службы высокой плотности, которые выходят на рынок широкополосных услуг.

Цели определения цены спектра на основе дифференциальной ренты состоят в том, чтобы обеспечить равные рыночные возможности всем операторам, использующим различные полосы частот, среды передачи и средства доступа, а также стимулировать операторов к использованию полосы в более высоких диапазонах частот или к внедрению альтернативных технологий, позволяющих повысить эффективность использования спектра. Этот метод может быть успешным только до тех пор, пока имеются пригодные для использования альтернативные полосы частот или технологии.

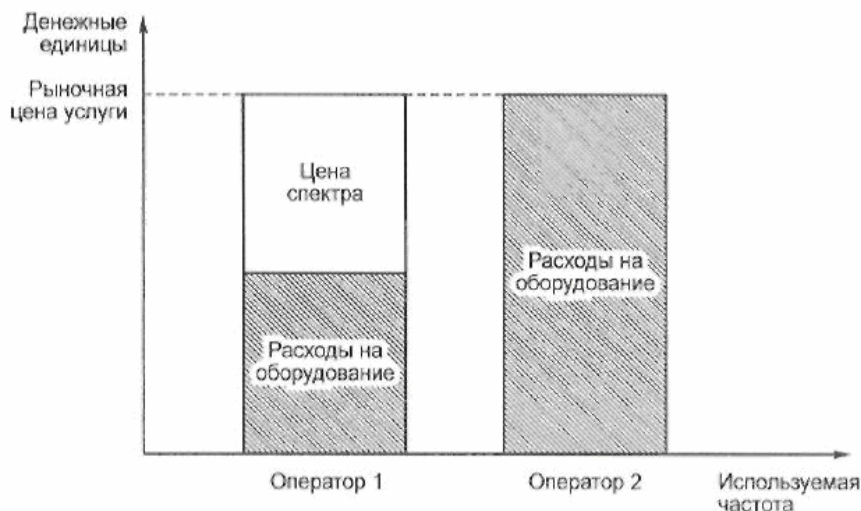


Рис. 1.2. Пример установления цены спектра

**Метод теневых цен.** В экономике существует два способа определения теневой цены.

1. Теневая цена определяется как конкурентоспособная цена на ресурс, которая была бы установлена в том случае, если бы она определялась рынком, где имеется множество покупателей и отсутствует монополярная сила, способная успешно играть на повышение цены ресурса (например, путем его изъятия с рынка или путем принятия решений о запрете его использования).

2. Теневая цена определяется как ценность данного ресурса для данной фирмы. То есть теневая цена определяется как максимум, который фирма готова заплатить за дополнительную единицу ресурса, или как степень зависимости доходов фирмы от изменения количества ресурса.

Метод теневых цен разрабатывается на основе экономических и технических исследований, в результате которых оценивается готовность операторов платить за право использования спектра с учетом потенциальных доходов. Базовой концепцией является вычисление цены за право использовать спектр в условиях свободного рынка без создания отдельных рынков для спектра.

Имеются несколько методов расчета цены РЧС, основанных на теневой цене. Один из них предназначен для коммерческого радиовещания и основан на сравнении средних доходов радиовещателей, получаемых в областях бизнеса, для которых сравнимы объемы необходимых инвестиций и степень риска инвесторов. К подобным отраслям относятся, например, кинопрокат, продажа печатной продукции, транспорт, энергетика, торговля, страхование. Расчеты показывают, что годовая прибыль в радиовещании достигает 22,4%, а средние прибыли во всех перечисленных областях бизнеса составляют порядка 19,2%. Следовательно, разница между доходами определяет процент прибыли, которую можно характеризовать как экономическую меру цены спектра, которую радиовещатель должен платить государству за право использования спектра.

Экономические методы управления РЧС в самых разных их вариантах — от прямых аукционов до административного тарифного регулирования — уже в течение ряда лет используются во многих странах (Австралия, Бразилия, Новая Зеландия, Великобритания, США).

Рассмотрим пример расчета цены спектра, который нашел практическое применение в Кыргызстане. Модель лицензионных платежей была сформирована в 1998 г. Эта модель должна была повысить эффективность использования РЧС, ввести справедливый подход для различных категорий пользователей, стимулировать использование свободных полос радиочастот, развивать радиосвязь в республике и компенсировать расходы на управление использованием спектра.

Модель определяет размер годовой платы за использование спектра и состоит из следующих основных элементов:

- объема ресурса, используемого в республике и представляющего собой все частотные назначения, записанные в национальной базе данных. Это объем определяется ежегодно. Каждое частотное назначение учитывается при подсчете общего объема с учетом диапазона частот и координационной зоны;
- ежегодной стоимости процессов управления использованием спектра;
- средней цены единицы используемого частотного ресурса, которая определяется из общего объема ресурса и стоимости процессов управления спектром;
- ежегодной платы для пользователя, которая определяется исходя из объема используемого частотного ресурса.

Размер оплаты зависит не только от ширины используемой полосы частот и зоны обслуживания, но также от географического положения станции, плотности населения в области обслуживания, социальных факторов, типа услуг радиосвязи, степени занятости спектра и сложности осуществления радиоконтроля за использованием спектра. В формуле эти факторы учитываются в виде ряда уточняющих коэффициентов.

Таким образом, чем шире полоса и чем более плотно заселена данная географическая область, тем выше размер платы. Это стимулирует использование более высокотехнологичного оборудования, новых диапазонов частот и расширение зон обслуживания в сельских и удаленных районах.

Алгоритм определения размера оплаты использования спектра включает определение:

- годовых затрат государства на управление использованием радиочастотного ресурса и определение на этой основе общего размера платы за весь используемый радиочастотный ресурс;
- объема используемого радиочастотного ресурса;
- цены единицы радиочастотного ресурса;
- ежегодной платы конкретного пользователя на дифференциальной и справедливой основе, определенной из объема радиочастотного ресурса и стоимости единицы этого ресурса.

Расходы и доходы государства в области управления использованием спектра определяются следующим образом. Определяется общая сумма годовых платежей за использование спектра ( $C_{\text{год}}$ ), полученных от всех пользователей:

$$C_{\text{год}} = C_1 + C_2, \quad (1.1)$$

где  $C_1$  — плата за использование ресурса, которая покрывает затраты на управление использованием спектра;  $C_2$  — чистый доход государства. Слагаемое  $C_1$  можно разделить на составляющие:

$$C_1 = C_{11} + C_{12} + C_{13}, \quad (1.2)$$

где  $C_{11}$  — средства, затраченные на приобретение и эксплуатацию системы управления использованием спектра, включая оборудование радиоконтроля, пеленгаторов, компьютеров, программного обеспечения, материалов, амортизацию зданий и т.д.;  $C_{12}$  — средства, затраченные на проведение научных исследований, приобретение научно-технической литерату-

ры, анализ ЭМС, назначение частот, координацию и т.д.;  $C_{13}$  — зарплата персонала, занятого управлением использованием спектра. В  $C_{11}$ ,  $C_{12}$ ,  $C_{13}$  не учтены налоги.

Чистый доход государства  $C_2$  можно разделить на следующие компоненты:

$$C_2 = C_{21} + C_{22}, \quad (1.3)$$

где  $C_{21}$  — налоги, выплачиваемые Государственным агентством по управлению использованием спектра на оборудование связи, программное обеспечение, материалы и т.д.;  $C_{22}$  — плата за использование спектра. В настоящее время в Кыргызстане для стимулирования развития радиосвязи принято  $C_{22} = 0$ .

В формулах (1.1) и (1.3) не учитывается косвенный доход от государственных налогов на доходы операторов связи, чья работа связана с использованием радиочастотного ресурса (например, налогов на доходы операторов сотовой связи). Эта составляющая дохода государства значительно превышает составляющую  $C_{22}$ .

Для вычисления с помощью формул (1.1), (1.2) и (1.3) величины  $C_{\text{год}}$  необходимо определить объем РЧС, используемый каждым оператором. Знание  $C_{\text{год}}$  необходимо для справедливого и честного сбора платы за РЧС от всех операторов радиосистем.

Ограничения на использование радиочастотных назначений накладываются на пользователя Национальным агентством Республики Кыргызстан. Эти ограничения касаются установки и эксплуатации радиооборудования. Необходимая информация обо всех частотных назначениях (полосы частот, пропускная способность передатчика, географические координаты, тип и высота подвеса антенны и т.д.) сохраняется в национальной базе данных.

Для частотных назначений используется следующий метод. Предполагается, что имеет-ся некое множество пользователей спектра. Каждый пользователь использует выделенные ему частоты (частотное назначение), обеспечивая с его помощью связь на некоторой территории. Для простоты будем говорить о некотором обезличенном частотном назначении с номером  $i$ . На основании характеристик этого частотного назначения, внесенных в национальную базу данных, можно определить некий трехмерный (время-пространственно-частотный) объем используемого спектра  $Z_i$  следующим образом:

$$Z_i = F_i S_i t, \quad (1.4)$$

где  $F_i$  — полоса частот, используемая для  $i$ -го частотного назначения;  $S_i$  — площадь, обслуживаемая с использованием  $i$ -го частотного назначения;  $t$  — время его использования.

Каждую составляющую можно рассмотреть более подробно.

Время  $t$  для всех пользователей равно одному году ( $t = 1$ ).

Плотность населения не является однородной на всей территории. Для оператора связи более привлекательна территория с более высокой плотностью населения. Поэтому вся территория республики поделена на  $m$  участков в соответствии с ее административным делением и каждой присвоен коэффициент плотности населения  $K_j$  (в соответствии с данными переписи). Этот коэффициент позволяет справедливо определить размер ежегодной платы для пользователей. Для области с наименьшей плотностью населения  $K_j = 1$ . Для городов с населением более 500 000 жителей  $K_j = 128$ . Затем, если координационная зона  $i$ -го частотного назначения охватывает  $q$  мест в различных территориях, то площадь территории  $S_i$  определяется следующим образом:

$$S_i = \sum_{j=1}^q K_j \lambda_j \text{ км}^2, \quad (1.5)$$

где  $q$  — общее количество территорий, входящих в координационную зону  $i$ -го частотного назначения ( $q \leq m$ );  $K_j$  — коэффициент плотности населения,  $\lambda_j$  — площадь координационной зоны для площадки, расположенной в  $j$ -й территории.

Для  $i$ -го частотного назначения используется полоса частот  $\Delta f_i$ . Но различными службами используются различные диапазоны частот. Следовательно, имеется несколько коэффициентов, которые необходимо учитывать, поскольку они влияют на стоимость используемой полосы частот. В общем случае размер используемой полосы частот  $F_i$  для  $i$ -го частотного назначения можно определить следующим образом:

$$F_i = \alpha_i \beta_i \Delta f_i \text{ кГц}, \quad (1.6)$$

где  $\Delta f_i$  — реальная полоса частот, используемая в рамках  $i$ -го частотного назначения;  $\alpha_i$  — коэффициент, учитывающий несколько факторов (см. ниже);  $\beta_i$  — коэффициент, который определяет исключительность использования. Если данный участок спектра используется на исключительной основе, то  $\beta_i = 1$ . При совместном использовании  $\beta_i$  меняется в пределах от 0 до 1 в зависимости от условия совместного использования.

На коэффициент  $\alpha_i$  влияют многие факторы, и его можно представить в виде произведения

$$\alpha_i = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4, \quad (1.7)$$

где  $\alpha_1$  — коммерческая цена используемого диапазона частот;  $\alpha_2$  — социальный фактор;  $\alpha_3$  — коэффициент учета особенностей места расположения передатчика;  $\alpha_4$  — коэффициент учета сложности реализации функций управления использованием спектра.

Значения коэффициентов  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  и  $\alpha_4$  приведены в табл. 1.2. Коэффициент  $\alpha_1$  меняется от 0 до 100 и в основном определяется коммерческой ценой радиослужб (растет с увеличением цены) и тем, насколько целесообразно данную радиослужбу со временем переместить в более высокие диапазоны частот, снизив таким образом загрузку более низких полос частот. Например, для экономического стимулирования перехода станций, работающих на частотах ниже 1 ГГц, на частоты выше 1 ГГц, коэффициент  $\alpha_1$  для частот выше 1 ГГц меньше, чем его значение для частот ниже 1 ГГц. В настоящее время частоты до 1 ГГц используются несколькими радиостанциями, расположенными в одном месте, и, следовательно, возникает вопрос их электромагнитной совместимости. Диапазоны выше 1 ГГц в республике заняты мало, но в то же время в мире используются новейшие технологии, которые позволяют эффективно использовать РЧС. Коэффициент  $\alpha_2$  изменяется от 0 до 10 и учитывает социальный фактор. Для тех радиослужб, чья работа является жизненно важной для всех слоев населения, включая особо нуждающихся, этот коэффициент невелик. Например, коэффициент  $\alpha_2$  невелик для станций, работающих на частотах выше 1 ГГц, при помощи которых организуется дальняя радиосвязь, а также для телевизионного радиовещания. Однако для сотовой связи коэффициент  $\alpha_2$  гораздо больше.

Таблица 1.2. Значения коэффициентов  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\alpha_4$

Служба	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$		$\alpha_4$
			город	село	
Радиорелейная линия в диапазоне выше 1 ГГц	0,5	0,3	1	0,1	1
Радиорелейная линия в диапазоне ниже 1 ГГц	1	4,0	1	0,1	1
Телевидение в метровом диапазоне	5	0,3	1	0,1	5
Телевидение в дециметровом диапазоне	5	0,4	1	0,1	5
УКВ радиовещание	12	5,0	1	0,1	5
КВ радиовещание	5	5,0	1	0,1	4
КВ радиосвязь	13	6,0	1	0,1	4

Служба	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$		$\alpha_4$
			город	село	
Транкинг	12	6,0	1	0,1	5
Сотовая связь	13	6,0	1	0,1	5
Пейджиинг	60	6,0	1	0,1	5
Подвижная связь	10	6,0	1	0,1	5
Радиосвязь в диапазоне СВ	0,12	1,0	1	0,1	1
Радиолокация	0,15	0,1	1	0,1	1
Охранные радиосистемы	6	1,0	1	0,1	2
Земная станция для фиксированной спутниковой службы	40	1,0	1	0,1	1
Фидерная линия для радиовещательной спутниковой службы	7	0,3	1	0,1	1

Коэффициент  $\alpha_3$  учитывает особенности места расположения в городских и сельских районах. В сельской местности, где меньше плотность населения и доходы невелики, коммерческое использование служб радиосвязи также мало, а цена техники, необходимой для предоставления этих услуг, велика. Следовательно, для поддержки этих служб и операторов связи, а также для стимулирования развития радиосвязи используется коэффициент понижения  $\alpha_3 = 0,1$  (в городах  $\alpha_3 = 1$ ).

Коэффициент  $\alpha_4$  изменяется от 0 до 10 и определяется сложностью выполняемых функций по управлению использованием спектра. Этот коэффициент наиболее высок для подвижных служб, где требуется выполнять радиоопределение подвижных объектов, для телевизионного радиовещания, где необходимо выполнять точное определение множества параметров.

Таким образом, с помощью весовых коэффициентов  $K_j$ ,  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  в формулах (1.5) и (1.6) в соответствии с формулой (1.4) можно определить данный (с учетом различных факторов) частотный ресурс  $Z_i$  для каждого назначения частот. Затем можно определить общий частотный ресурс  $Z$ , используемый в республике, в соответствии с формулой

$$Z = L \sum_{i=1}^n Z_i \text{ кГц} \cdot \text{км}^2 \cdot \text{год}, \quad (1.8)$$

где  $Z_i$  — частотный ресурс, используемый в рамках  $i$ -го частотного назначения;  $n$  — общее число частотных назначений, занесенных в базу данных;  $L$  — поправочный коэффициент для используемого спектра, введение которого позволяет определять цены на следующий финансовый год.

Суммарный объем годовых выплат определяется на основе формулы (1.1) и с учетом формул (1.2) и (1.3). Объем спектра, ежегодно используемого в республике, определяется на основе формулы (1.8). Теперь можно определить цену  $\Delta C_{\text{год}}$  для единицы частотного ресурса:

$$\Delta C_{\text{год}} = \frac{C_{\text{год}}}{Z} \left[ \frac{\text{SOM}}{\text{кГц} \cdot \text{км}^2 \cdot \text{год}} \right], \quad (1.9)$$

где SOM — название национальной валюты.



Тогда объем ежегодного платежа  $C_i$  от конкретного пользователя  $i$ -го частотного назначения определяется по формуле

$$C_i = \Delta C_{\text{год}} Z_i, \quad (1.10)$$

где частотный ресурс  $Z_i$ , используемый для конкретного частотного назначения, определяется в соответствии с формулой (1.4).

Если оператор связи имеет несколько частотных назначений, то определяется плата за каждое назначение, которые затем суммируются.

Описанная методика является лишь одним из удачных примеров расчета цены спектра на основании реальных факторов, определяющих эту цену. Вполне возможно, что в других странах есть иные взгляды на эту проблему и там требуется учитывать иные факторы. Однако необходимо сознавать, что независимо от того, как и кем рассчитывается стоимость ресурса, кем и в каких размерах собирается плата, каким образом распределяется спектр, как финансируется использование спектра и управление им, эти расходы оплачиваются населением. Даже там, где администрация выдает лицензии бесплатно, население неявно несет финансовое бремя расходов на управление использованием спектра через налоги. Использование лицензионных платежей и аукционов с целью покрытия затрат на систему управления использованием спектра является не новым налогом, а потенциально более приемлемым методом перераспределения затрат по управлению использованием спектра на тех, кто действительно получает выгоды.