

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА УСЛУГ СВЯЗИ

© 2012 С.И. Макаров*

Ключевые слова: рынок услуг связи, тенденции развития телекоммуникаций, естественная монополия.

Рассмотрена задача оптимизации сети радиотрансляционных станций на территории Самарской области, что позволит с минимальными затратами повысить качество приема во всех населенных пунктах. Построена соответствующая математическая модель, предложены алгоритмы решения.

Отрасль телекоммуникаций и средств связи переживает период крупных перемен. За последние десять лет в сфере отечественных телекоммуникаций произошли значительные изменения. Многие телекоммуникационные предприятия и операторы связи вышли на качественно новый технологический уровень. Значительно расширился рынок телекоммуникационных услуг, предоставляемых пользователям связи.

Своевременность и качество доставки информации во многом обусловлены способностью технических средств ее передачи, обработки и распределения. Возрастающие требования потребителей к скорости, надежности и достоверности передачи сообщений, к ее защите от несанкционированного доступа могут быть обеспечены только на основе внедрения современного телекоммуникационного оборудования, созданного с учетом передовых технологий и достижений в электронике и вычислительной технике.

Услуги связи являются основным конечным продуктом отрасли, поэтому обеспеченность услугами населения и народного хозяйства страны является важнейшим показателем эффективности отрасли¹. Развитие сетей связи, внедрение новых технических средств увеличивают объем предоставляемых услуг, улучшают качество услуг, создают технические и организационные возможности для развития новых услуг.

В отрасли связи нужен ряд условий для достижения необходимого качества работы: наличие разветвленной сети предприятий и пунктов связи, объединяемых линиями и ка-

налами связи в подотраслевые сети; оснащение современным оборудованием, постоянное обновление основных производственных фондов; обеспечение квалифицированными кадрами.

От строгой согласованности в работе средств и сооружений, комплекса предприятий, участвующих в процессе передачи сообщений, от выбора расстановки оборудования на предприятиях, от правильного расчета числа рабочих мест и рациональной расстановки рабочей силы по рабочим местам, от соответствия пропускной способности средств связи (каналов) поступающей нагрузке во многом зависит качество создаваемой продукции связи.

После анализа деятельности телерадиовещательных компаний (ТВК) было выяснено, что они осуществляют работу каналов с целью получения выгоды от местных врезок, а социальная значимость вещания не является главной целью. Большинство частных ТВК действуют исключительно в местных масштабах, при этом возможности контроля и управления вещанием не существует. Крупные вещатели заключают договоры с местными компаниями по принципу взаимозачета: компании транслируют сигнал, при этом имеют возможность организовывать врезки. Большинство частных районных ТВК не заинтересованы в увеличении количества транслируемых каналов, так как это напрямую сказывается на увеличении расходов на трансляцию.

Если принять во внимание все перечисленные причины, возникает необходимость

* Макаров Сергей Иванович, доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой высшей математики и экономико-математических методов Самарского государственного экономического университета. E-mail: vestnik@sseu.ru.

расширения существующей сети передатчиков. По данным статистического комитета, 98,6% территории Самарской области охвачено телерадиовещанием, но около 25% из них принимают не более трех каналов. Следовательно, назрела необходимость в построении новой региональной сети передачи данных.

Рассмотрим следующую задачу: составить оптимальное расположение дополнительных ретрансляторов S_1, S_2, \dots, S_m и обеспечить мощность передающих устройств q_i с минимальными затратами на построение сети и ее последующую эксплуатацию.

При проектировании сети передачи данных необходимо соблюдение основных принципов телерадиовещания²:

- ◆ целостность создания сети. Все оборудование, предназначенное для создания сети маломощных ретрансляторов, будет сконфигурировано и рассчитано под определенный охват телевизионным вещанием территории области. На этапе проектирования исключается возможность случайного дублирования ретрансляторов, все точки проходят необходимый расчет, частотный ресурс также рассчитывается в комплексе. Оборудование проекта выбирается на основе требований ремонтпригодности, надежности, низких эксплуатационных расходов, наличия запасных частей, эксплуатационных параметров;

- ◆ возможность управления, контроля. Обслуживание, ремонт, решение производственных вопросов, связанных с эксплуатированием сети маломощных ретрансляторов, должно осуществляться одной организацией;

кционирования и обслуживания РТС. Защищенность сети обусловлена возможностью организации точечной охраны объектов и плотной компоновкой объектов;

- ◆ производительность - рост числа узлов сети и объема обрабатываемой информации предъявляет постоянно возрастающие требования к пропускной способности линий связи;

- ◆ возможность интегрирования с существующими сетями и технологиями. Прием телевизионных программ обусловлен наличием приемной антенны и телевизионного приемника. Трансляция телевизионных программ будет осуществляться согласно существующим стандартам на территории РФ по телевещанию. Большая часть населения области имеет соответствующие приемные устройства;

- ◆ возможность получения дополнительной прибыли. Проектируемые объекты сети расположены в местах наличия интересов присутствующих мобильных операторов, телекоммуникационных компаний, радиовещателей, компаний связи. Размещение оборудования перечисленных операторов на объектах сети РТС позволяет прогнозировать получение дополнительной прибыли и увеличение финансового эффекта от проекта.

Для построения математической модели оптимизации расходов на построение сети передачи данных рассмотрим таблицу, характеризующую покрытие населенных пунктов x_1, x_2, \dots, x_n сигналами от новых передатчиков:

	x_1	x_2	...	x_n
S_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
S_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
S_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

- ◆ возможность наращивания сети. В большинстве районов области приняты к строительству ретрансляторы с организацией контейнеров для размещения оборудования. Такая сеть позволяет организовывать ретрансляцию дополнительных телевизионных каналов и радиопрограмм путем размещения приемно-передающего оборудования;

- ◆ надежность и защищенность сети. Надежность сети обусловлена выбором качественного оборудования, независимости фун-

Матрица $A = \|a_{ij}\|$ - матрица покрытия, каждый элемент которой

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, d(y_i, x_j) < R_i; \\ 0, d(y_i, x_j) \geq R_i, \end{cases}$$

где $d(y, x_j)$ - расстояние от населенного пункта x_j до передатчика y_i ; $S_i(y_i, R_i)$ для $i = \overline{1, m}$ - зоны покрытия передатчиков; R_i - радиус покрытия i -го передатчика; $y_i(p, q)$ - вид передатчика, зависящий от сто-

имости p_i и мощности q_i ; C_i - стоимость установки и эксплуатации i -го передатчика.

Математическая модель задачи построения сети маломощных ретрансляторов, обеспечивающих максимальное покрытие заданной территории телерадиовещанием, позволяет определить расстановку дополнительных передатчиков между населенными пунктами, удовлетворяющую системе ограничений

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m a_{ij} \geq 1, j = \overline{1, m}; \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} \geq 1, i = \overline{1, n}, \end{cases}$$

при которой суммарные затраты на приобретение, установку и дальнейшую эксплуатацию

введенных передатчиков принимают минимальное значение:

$$\sum_{i=1}^m C_i y_i \rightarrow \min.$$

Решая данную задачу методами линейного программирования, получаем оптимальное решение, которое позволяет организовать сеть маломощных ретрансляторов и охватить большинство населенных пунктов Самарского региона вещанием трех федеральных и одного губернского канала.

¹ Макаров С.И. Развитие услуг связи в рыночной экономике // Вестн. Самар. гос. экон. ун-та. Самара, 2012. □ 2 (88). С. 64-67.

² Корнев И.Н., Фень С.Г. Сетевые структуры телекоммуникационной индустрии: зарубежный опыт и российские перспективы. М., 2005.

Поступила в редакцию 19.06.2012 г.