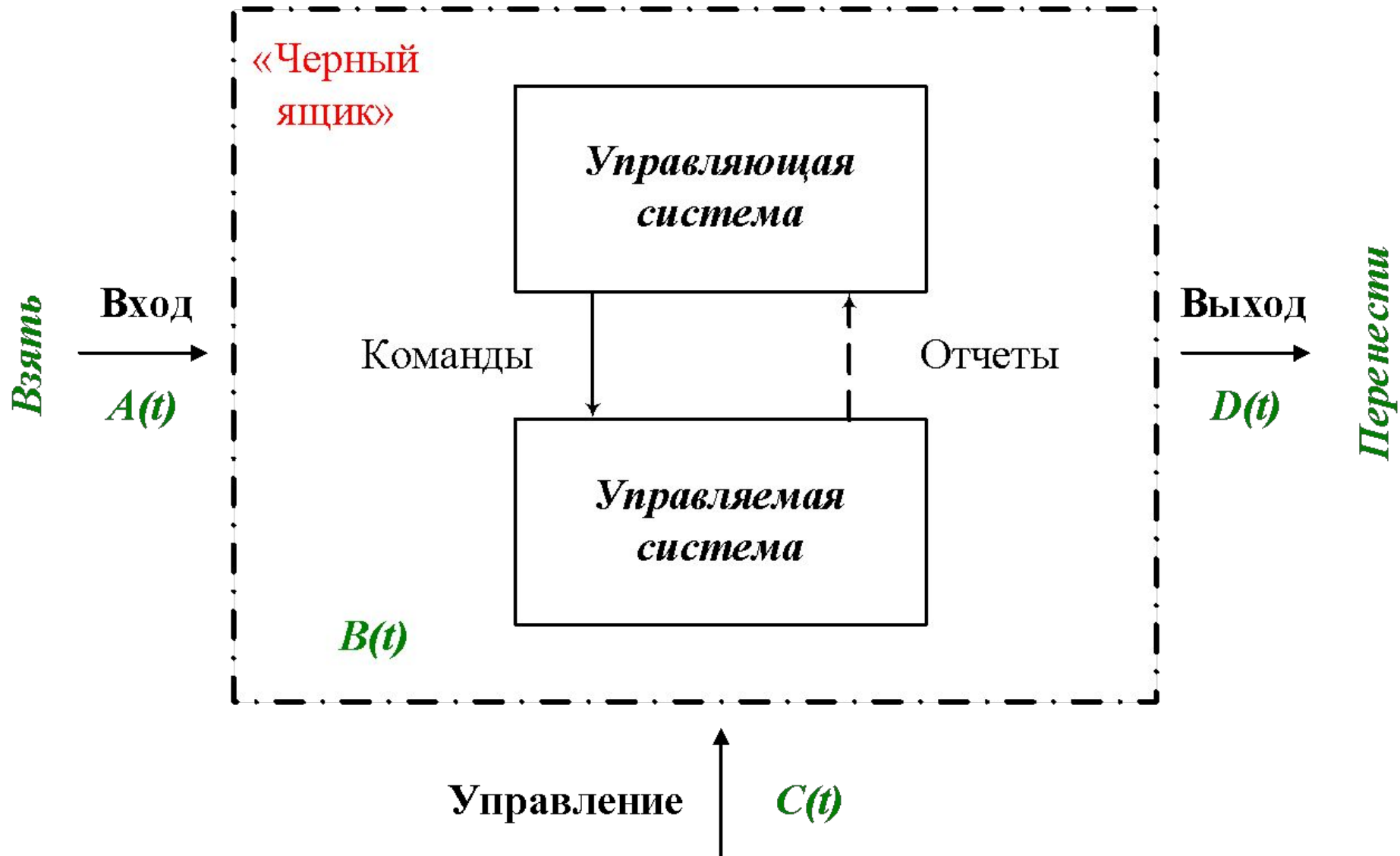


Теория построения инфокоммуникационных систем и сетей

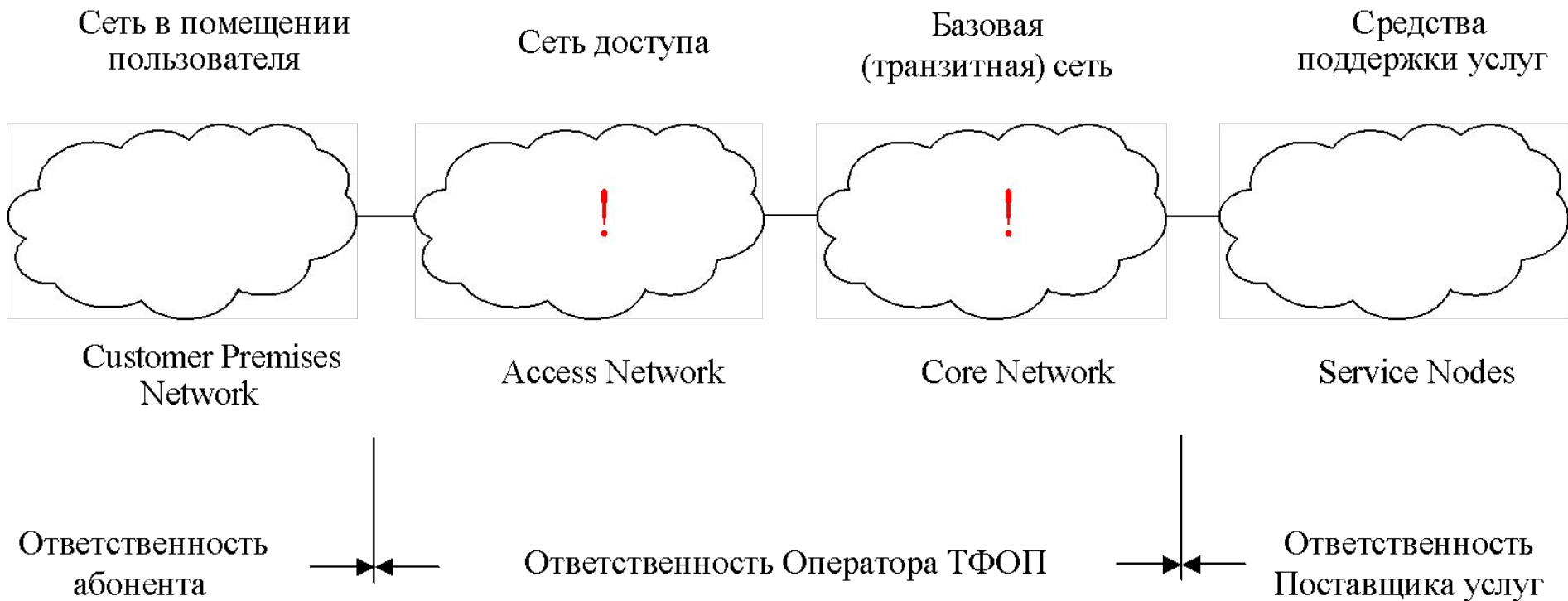
Лекция №6

«Методы исследования инфокоммуникаций»

Большая и сложная система



Модель сети, предложенная МСЭ



Структура сети. Общие понятия (1)

Структура сети электросвязи определяет значительную часть важнейших характеристик инфокоммуникационной системы. По этой причине задачи анализа и синтеза структуры сети электросвязи образуют самостоятельное направление среди прикладных исследований, проводимых в интересах всех участников инфокоммуникационного рынка. Безусловно, анализ и синтез структуры сети электросвязи нельзя полностью отделить от других процессов создания и развития инфокоммуникационной системы. Тем не менее, для изучения сложного объекта или процесса необходимо выделить в нем ряд самостоятельных задач.

Задачи анализа и синтеза структуры сети электросвязи объединяются общностью конечных целей, методологическим подходом и математическим аппаратом. Конечная цель этих задач – построение эффективной инфокоммуникационной системы, которая обеспечивает выполнение установленных функций и способна развиваться. Слово "эффективная" указывает на тот факт, что структура сети близка к оптимальной.

Методологический подход к анализу и синтезу структуры сети электросвязи можно считать общим в силу универсальности и неразрывности возникающих задач. Математический аппарат, используемый для решения возникающих задач, идентичен.

Структура сети. Общие понятия (2)

Задачи анализа структуры, как правило, решаются для эксплуатируемой сети электросвязи. Цель анализа обычно состоит в выявлении "узких мест", свойственных сети, в разработке предложений по развитию сети (качественному и количественному), в оценке ее стоимости при продаже бизнеса. В каждом из этих трех случаев используется разный подход. Тем не менее, математический аппарат анализа структуры сети остается неизменным.

Задачи синтеза структуры сети электросвязи предшествуют процессу создания или радикальной модернизации инфокоммуникационной системы. Для этих двух случаев используемый математический аппарат может различаться весьма существенно. Структура большинства сетей уже создана. Поэтому задачи модернизации инфокоммуникационной системы представляются в настоящее время более актуальными.

Для задач анализа и синтеза структуры сети электросвязи следует учитывать три важных фактора, которые сформировались в последние годы. Эти факторы оказывают существенное влияние на постановку и решение многих важных задач.

Структура сети. Общие понятия (3)

Во-первых, большинство сетей начали формироваться очень давно. Их структура, определяемая многими внешними (например, принципы градостроения) и внутренними (например, стоимость отдельных компонентов сети) факторами, не всегда близка к оптимальной. Математические методы оптимизации подробнее рассматриваются в следующем разделе настоящей лекции. Здесь необходимо выделить такой аспект: точная оптимизация некой функции $f(t)$, поведение которой прогнозируется с весьма низкой достоверностью, невозможна.

Во-вторых, новые технологии оказывают очень существенное влияние на принципы построения сетей. Поэтому представление структуры сети в виде графа и проведение соответствующих операций с такой моделью чревато значительными ошибками. Физическая природа технологий требует ее учета при анализе и синтезе современной инфокоммуникационной системы.

В-третьих, представление функций стоимости отдельных компонентов сети при помощи монотонно возрастающих или убывающих кривых (данная практика используется в течение многих лет) часто приводит к большим погрешностям. Такой подход был разработан до широкого распространения вычислительной техники. В настоящее время он должен быть пересмотрен для получения более точных результатов.

Методы оптимизации (1)

Оптимизация – как раздел математики – существует не одно столетие. Практическая цель оптимизации заключается в выборе одного варианта из нескольких возможных вариантов или в уточнении какого-либо решения.

Прикладные задачи оптимизации, как правило, очень сложны. Современные методы оптимизации не всегда справляются с решением реальных задач без помощи человека. Не существует такой теории, которая способна учесть любые особенности исследуемого объекта или процесса за исключением очень простых случаев.

Телекоммуникационная сеть считается одной из самых сложных систем, созданных руками человека. Поэтому простые задачи встречаются в этой области знаний крайне редко.

Методы оптимизации (2)

Однако для решения практически важных задач необходимы численные оценки – даже весьма приближенные. При этом необходимо понять если не величину ошибки, то хотя бы ее порядок. В ряде случаев допустимы значительные ошибки. Это обусловлено характеристиками используемых технических средств. Например, в начале XX века для организации линии связи между двумя коммутационными станциями использовались многопарные кабели. Было важно точнее оценить число пар, которое, в значительной мере, определяло стоимость проекта. Допустимая ошибка измерялась единицами процентов. В начале XXI века для организации линии связи между двумя коммутационными станциями применяются кабели с оптическими волокнами. Задача состоит в выборе типа системы передачи, величины пропускной способности которых образуют числовой ряд. Каждый член этого ряда предыдущему, умноженному на четыре. Это означает, что допустимая ошибка в расчете необходимого числа каналов измеряется не процентами, а разами.

Методы оптимизации (3)

Для сетей связи общего пользования, как правило, минимизируется стоимостный показатель (обычно – капитальные затраты). При этом технические показатели и атрибуты сети играют роль ограничений. Если удастся выразить зависимость стоимости сети в виде функции одной переменной $f(x)$, то задача получения оптимального решения достаточно проста. Обычно задается область изменения аргумента x .

Наиболее известный метод оптимизации для функции одной переменной заключается в нахождении ее производной. Если в точке a производная равна нулю, то в этой точке $f(x)$ имеет минимум или максимум. Максимум достигается при условии, что $f''(a) < 0$. В противном случае (когда $f''(a) > 0$) исследуемая функция имеет минимум. При $f'(a) = 0$ говорят, что функция $f(x)$ при $x = a$ имеет стационарное значение. Точка $x = a$ называется стационарной.

Более общее условие формулируется в следующей форме: если существует производная $f^{(n)}(a)$, отличная от нуля, и если $f'(a) = f''(a) = \dots = f^{(n-1)}(a) = 0$, то функция $f(x)$ имеет в точке a

- максимум при n четном и $f^{(n)}(a) < 0$,
- минимум при n нечетном и $f^{(n)}(a) > 0$.

Это выражение определяет достаточные условия экстремума.

Методы оптимизации (4)

Для нахождения экстремумов функции $f(x) = x^3(x^2 - 1)$ в области $-1 \leq x \leq 2$ необходимо сначала найти ее производную:

$$f'(x) = 5x^4 - 3x^2 = x^2(5x^2 - 3).$$

Это уравнение имеет корни: $x = 0, x = \pm\sqrt{0,6}$. К этим корням надо присоединить граничные точки. В результате получается такой ряд:

$$x_1 = -1, x_2 = -\sqrt{0,6}, x_3 = 0, x_4 = \sqrt{0,6}, x_5 = 2.$$

Можно убедиться в следующем: в точке x_1 наблюдается граничный минимум, а в точке x_5 – граничный максимум. Точка x_2 определяет локальный максимум функции $f(x)$, а точка x_4 – локальный минимум. Для нулевого значения аргумента $f'''(a) \neq 0$. Это означает, что точка x_3 определяет место перегиба функции $f(x)$.

Методы оптимизации (5)

К сожалению, записать функцию стоимости в виде известной функции $f(x)$ не всегда возможно. Тем не менее, ее значения $f(x_k)$ в области определения на отрезке $[a, b]$ можно получить в виде отсчетов в точках x_k . Для этого отрезок $[a, b]$ разбивается на N равных частей, позволяющих элементарно вычислить x_k :

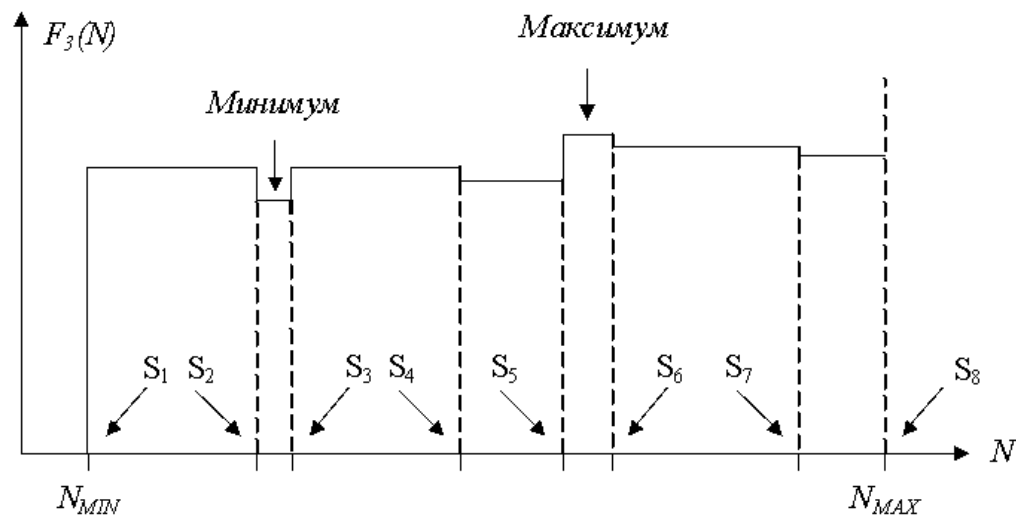
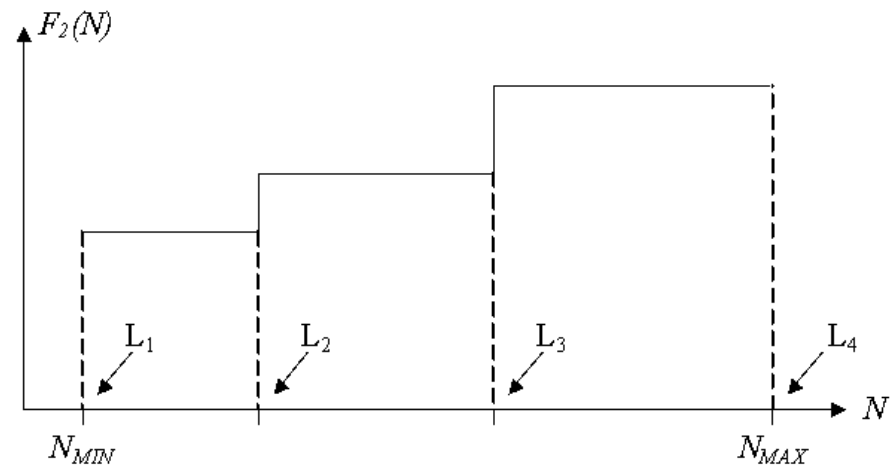
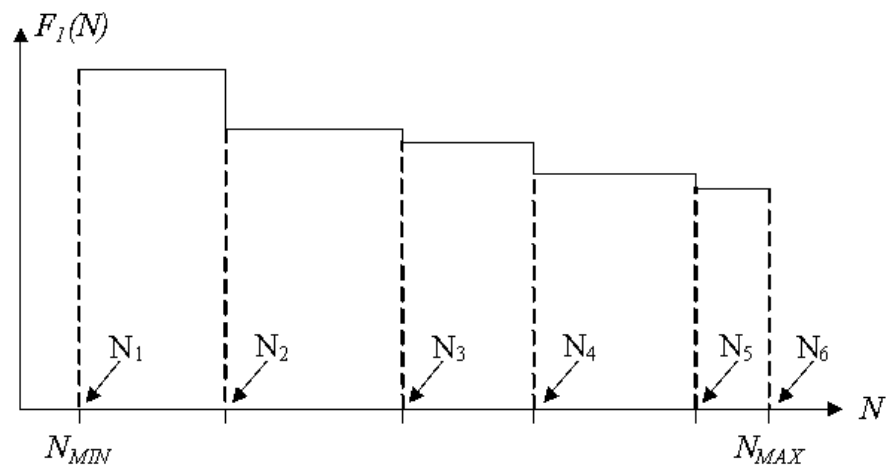
$$x_k = a + (k-1) \frac{b-a}{N}, \quad k = \overline{1, N+1}.$$

Из значений $f(x_k)$ необходимо выбрать экстремум (минимум или максимум). Точность локализации экстремума Δx при использовании полного перебора всех возможных решений определяется величиной N :

$$\Delta x = \frac{a-b}{2N}.$$

Достоинства данного метода – простота. Он может использоваться для функций любого вида, в том числе, имеющих разрывы. Очевидный недостаток этого метода заключается в большом объеме вычислений при необходимости добиться высокой точности результата. Иногда приходится варьировать m аргументов исследуемой функции. Тогда вычисления следует провести для числа точек, количество которых равно $(N+1)^m$.

Поиск оптимума

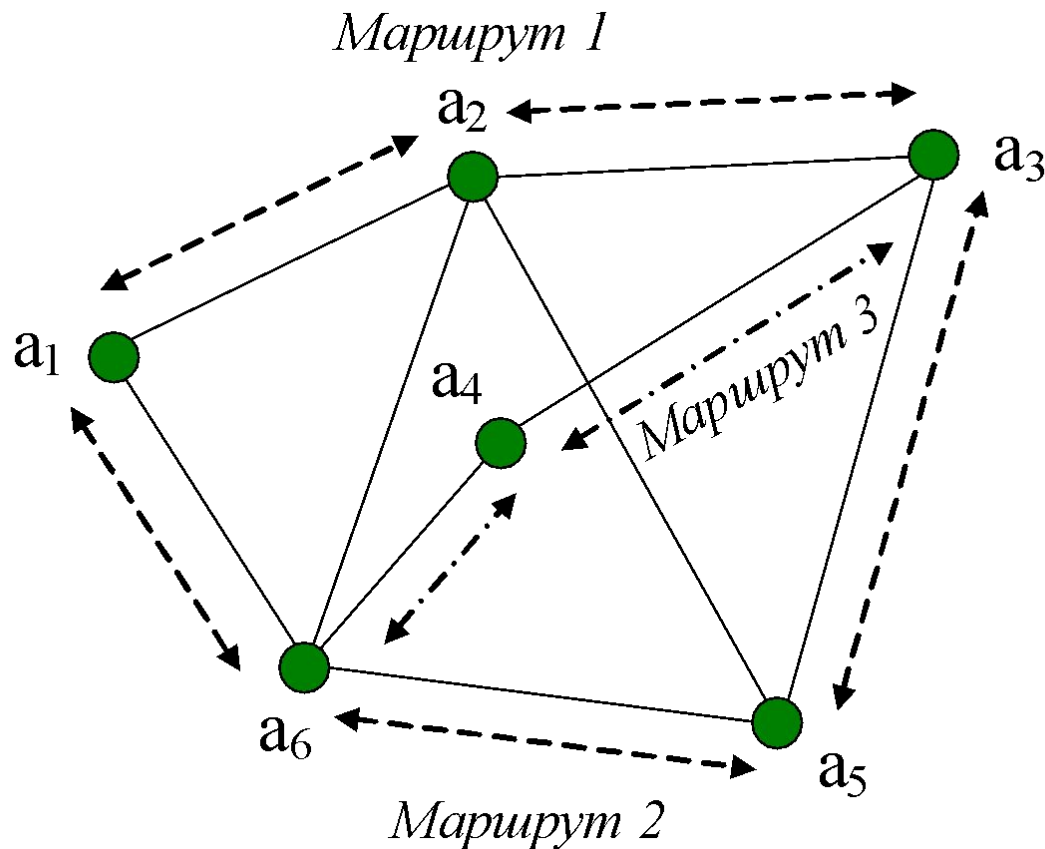


Структурные характеристики (1)

При анализе структуры сети электросвязи обычно решаются две задачи. Первая задача состоит в том, чтобы определить соответствие структуры сети требованиям, поставленным перед инфокоммуникационной системой в целом. Вторая задача связана с возможностью адаптации структуры сети к новым требованиям. Национальная сеть связи общего пользования всегда имеет иерархическую структуру. Выбор уровней иерархии обычно осуществлялся с учетом административного деления страны. Такое решение было принято по двум причинам. Во-первых, в математике еще не существует универсального метода оптимизации сложных иерархических систем. Исследованные модели либо носят частный характер, либо очень сложны для решения практических задач. Во-вторых, административное деление страны решает задачи управления государством. Сети общего пользования играют важную роль в решении задач управления. Поэтому выбор иерархических уровней – вне зависимости от условий оптимальности – следует рассматривать как заранее заданное ограничение при постановке задач анализа структурных характеристик телекоммуникационных сетей.

Структурные характеристики (2)

Анализ структурных характеристик осуществляется при помощи модели сети в виде графа. Примеры графа были приведены в восьмой лекции. На рисунке показан граф произвольной структуры. Эта модель хорошо представляет фрагмент IP сети.



Структурные характеристики (3)

Совокупность маршрутов между каждой парой узлов сети – важное свойство телекоммуникационной сети. На графе оно обычно оценивается при помощи матрицы путей. Если пути неравнозначны (как предполагается на рассматриваемой модели), то устанавливается вес маршрута. Он может быть выражен длиной пути или его стоимостью. Кроме того, выделяется степень вершины графа – количество входящих и исходящих ребер. Для графа, представленного выше, степень вершины a_1 равна двум, а a_3 – трем. В произвольном графе каждая из N вершин может иметь разную степень W_i . Среднее значение степени вершин графа \bar{W} определяется следующим образом:

$$\bar{W} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_i .$$

Неравноценность вершин графа может быть оценена при помощи дисперсии исследуемой оценки σ_W^2 и коэффициента вариации k_W :

$$\sigma_W^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\bar{W} - W_i)^2 , \quad k_W = \frac{\sigma_W}{\bar{W}} .$$

Общая тенденция развития телекоммуникационных сетей заключается в снижении числа иерархических уровней и количества вершин на каждом уровне иерархии. Это означает, что возрастает величина \bar{W} и постепенно снижается уровень k_W .

Задачи синтеза структуры сети (1)

Для сети междугородной связи места размещения конечных коммутационных станций определены территориальным делением государства. Основная задача планирования сети заключается в определении мест размещения транзитных станций и оптимальной структуры линий связи. Затраты на линии связи составляют доминирующую долю стоимости междугородной сети.

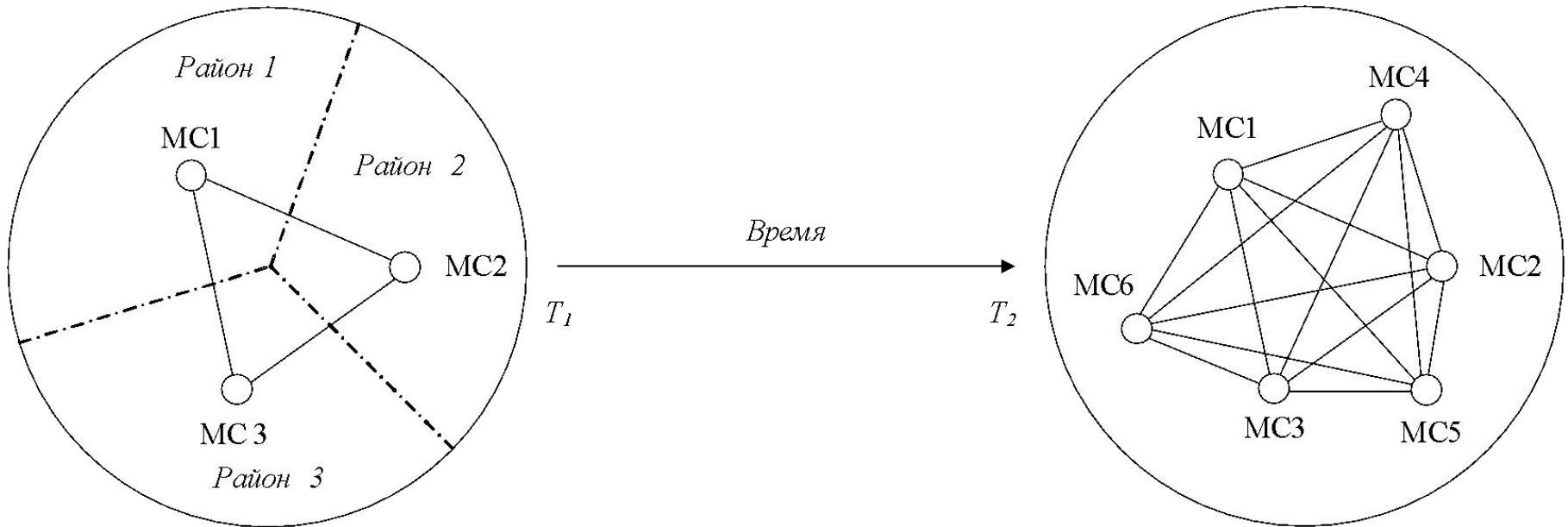
Похожая ситуация складывается с сетями сельской связи. Места размещения опорных коммутационных станций определены исторически сложившимися обстоятельствами. Затраты на линии связи составляют существенную долю стоимости сельской сети. Иное положение свойственно сетям городской связи. В задачу планирования сети входит поиск мест размещения коммутационных станций. Кроме того, затраты на коммутационное оборудование и линии связи соизмеримы.

Задачи синтеза структуры сети (2)

Для синтеза структуры телекоммуникационных сетей, эксплуатируемых в настоящее время, были разработаны соответствующие математические методы. Они базировались на классических методах теории графов, оптимизации, управления запасами, принятия решений. Большинство принятых ранее решений нельзя изменить. Поэтому представляется целесообразным рассматривать задачи синтеза перспективных телекоммуникационных сетей как возможность минимизировать имеющиеся недостатки.

Сложившееся положение в значительной мере обусловлено объективными причинами. Правда, и субъективные ошибки, допущенные при планировании сетей, также нельзя игнорировать. Их анализ полезен с точки зрения предупреждения возможных ошибок при построении перспективных телекоммуникационных сетей. На следующем слайде показан пример объективных ошибок, вызванных ростом количества абонентов, возможность которого либо не учитывалась, либо была игнорирована.

Задачи синтеза структуры сети (3)



В левой части рисунка показана сеть, в которой установлены три оконечные станции. Каждая из станций обслуживает абонентов одного района. Структура сети, показанная в левой части модели, сложилась к моменту T_1 . Возможно, что выбор количества оконечных станций, мест их размещения, емкости линий связи были выбраны оптимально. Это означает, что структура сети оптимальная к моменту T_1 .

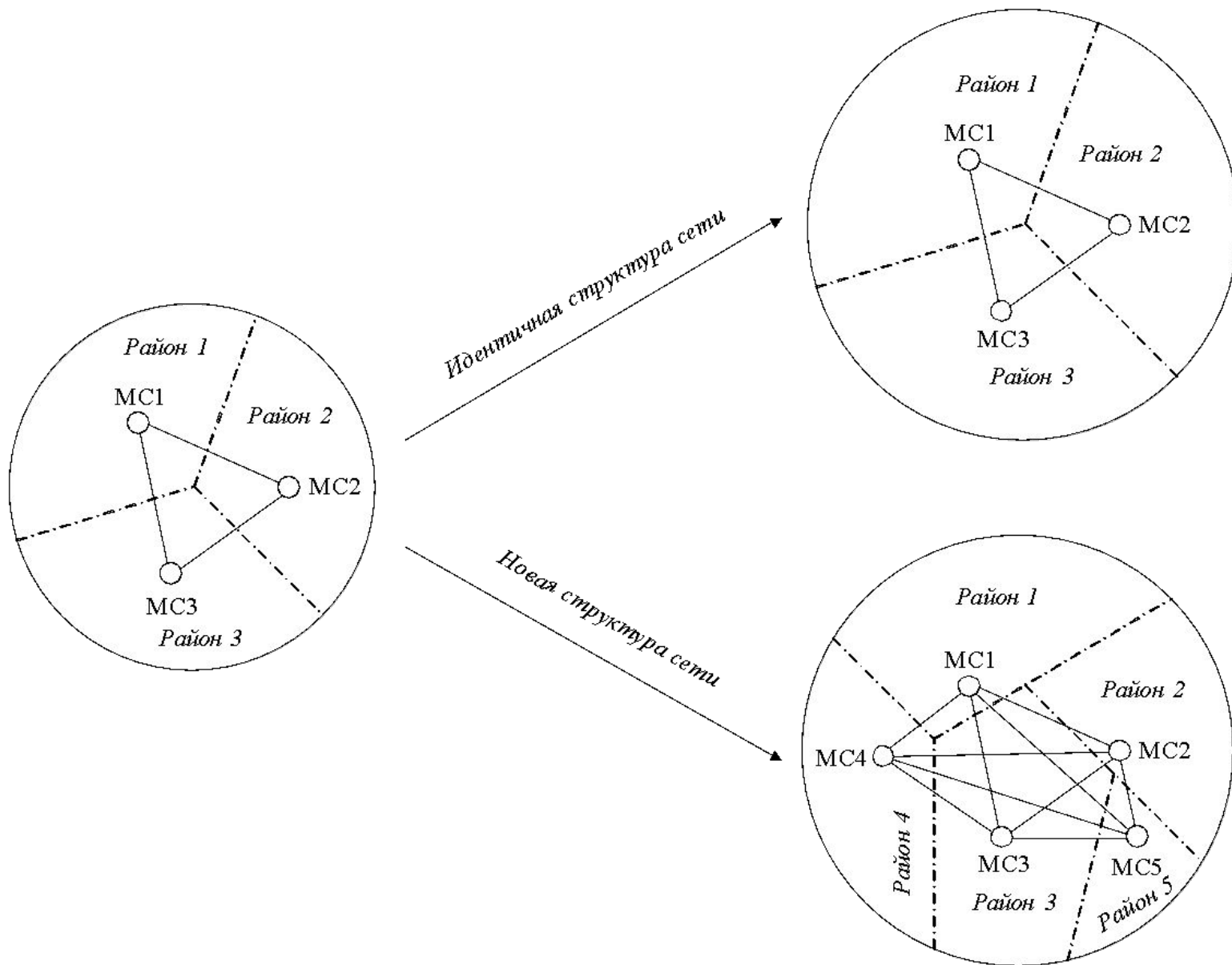
Задачи синтеза структуры сети (4)

В перспективе – к моменту времен T_2 – возросла численность абонентов. Предположим, что емкость всех трех конечных станций не могла быть увеличена. Такая ситуация была характерна для телефонных сетей, построенных на декадно-шаговом оборудовании. В результате приходится ввести еще несколько конечных станций. В правой части рисунка показаны три новые станции. Очевидно, что наличие прогностических оценок относительно роста количества потенциальных абонентов могло бы способствовать более экономичному построению сети.

Допустим, что наличие таких оценок позволяет получить новый вариант структуры сети, состоящей, например, из пяти станций, расположенных не в тех точках, которые были выбраны при планировании сети. С практической точки зрения новый вариант структуры сети не представляет ценности. Задача планирования перспективной сети заключается в оптимальном развитии той структуры, которая уже создана.

Решение подобных задач целесообразно осуществлять с учетом как внешних, так и внутренних факторов. К внешним факторам относятся экономические прогнозы, позволяющие, например, определить платежеспособный спрос, ожидаемое расширение территории городов и сельских населенных пунктов, демографические изменения. Внутренние факторы связаны, в основном, с инфокоммуникационными технологиями, современными услугами и важнейшими тенденциями развития системы связи.

Задачи синтеза структуры сети (5)



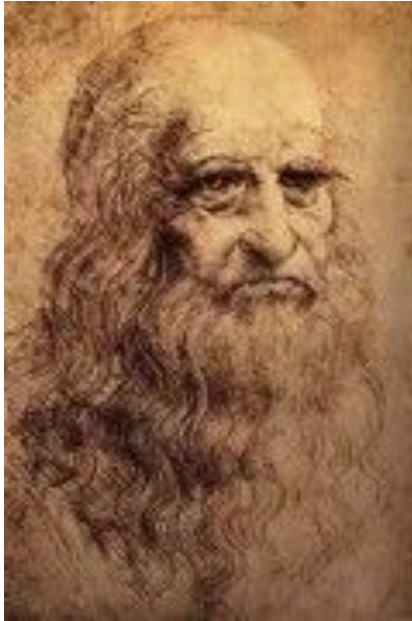
Задачи синтеза структуры сети (6)

В правой верхней части рисунка показана та же структура сети, но зона обслуживания каждой оконечной станции расширена. Подобное решение требует повышения емкости всех оконечных станций. Тогда оптимизационная задача заключается в определении емкости всех оконечных станций. Это означает, что расширяются географические границы каждого района. По всей видимости, могут существенно измениться принципы построения сети доступа.

В правой нижней части рисунка изображена новая структура сети. Она состоит из пяти оконечных станций. В этом случае оптимизационная задача связана с выбором количества новых станций (цифра "5" указана условно), мест их расположения, а также организацией связи с действующими системами коммутации.

Для обоих вариантов могут использоваться различные методы оптимизации. В настоящее время существенный интерес связан с методами полного перебора возможных вариантов. Такой подход обусловлен тремя факторами. Во-первых, использование компьютеров во многих случаях позволяет сравнительно быстро перебрать возможные варианты решения задачи. Во-вторых, множество возможных решений часто ограничено несколькими вариантами. В-третьих, точность решения ряда задач перестала влиять на оптимальный выбор пути модернизации инфокоммуникационной системы в целом.

Прогноз гения (XV век!)



“Настанет время, когда люди будут говорить друг с другом, находясь на большом расстоянии”.

Прогнозировать очень трудно. Особенно, если это касается будущего. (Нильс Бор, Нобелевский лауреат по физике).

Формализованные методы (1)

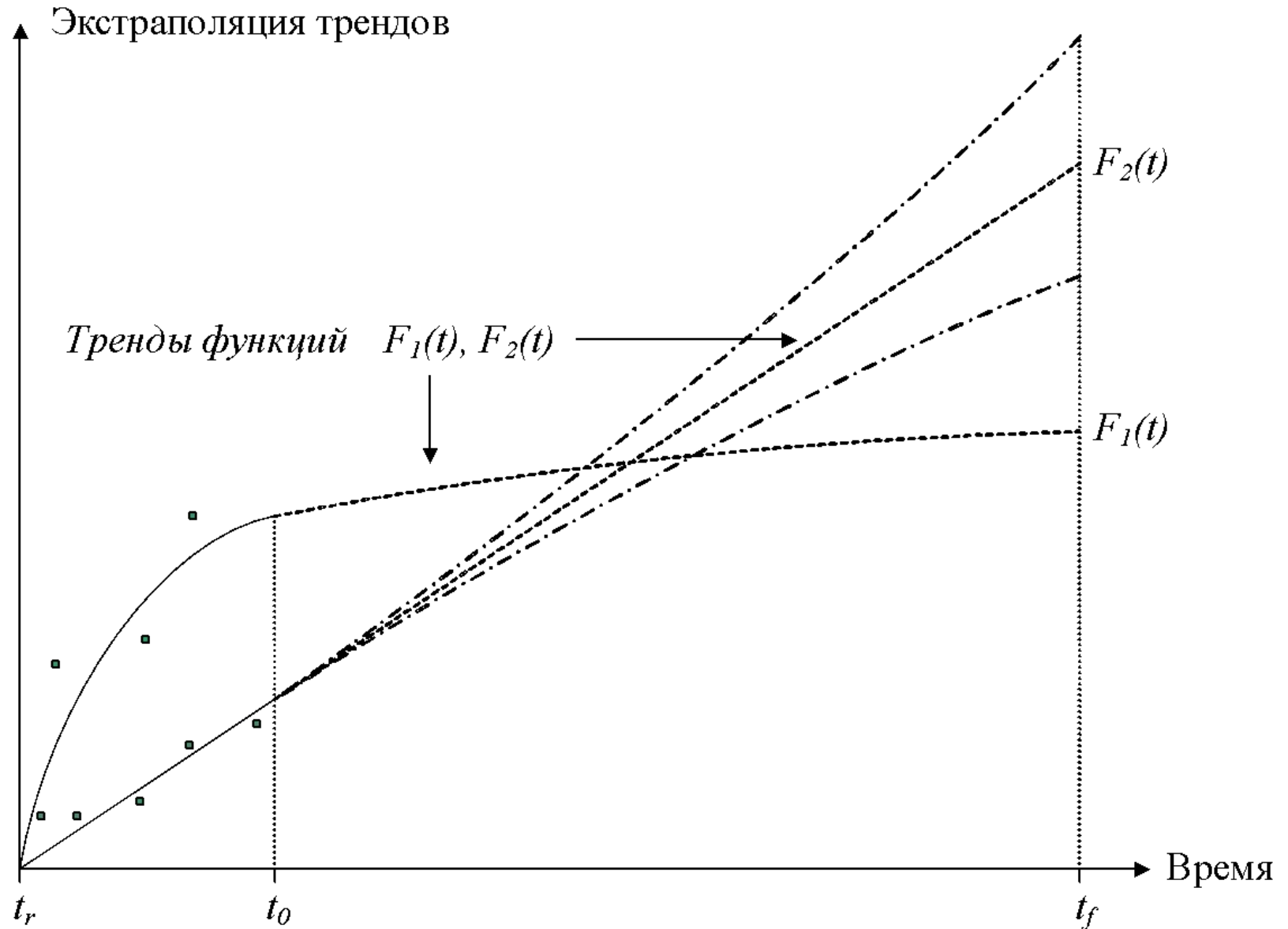
Формализованные методы прогнозирования эффективны в тех случаях, когда хорошо известна предыстория исследуемого процесса.

В настоящее время большинство прогнозов осуществляется с помощью методов экстраполяции и экспертных оценок. Каждый из этих двух методов реализуется различными способами, выбор которых зависит от исследуемого процесса и поставленной задачи.

Усложнение разработки прогнозов – помимо проблем с достоверностью необходимой статистической информации – объясняется обстоятельствами такого рода:

- некоторые виды новых услуг столь специфичны, что для их прогнозирования очень сложно подобрать адекватные аналоги;
- ряду сегментов инфокоммуникационного рынка (характерный пример – мобильная связь) свойственны процессы развития, которые существенно отличаются от тенденций, тщательно изученных Операторами других стран.

Формализованные методы (2)



Формализованные методы (3)

Для прогнозирования некоторых величин целесообразно использовать метод, основанный на учете одного из самых важных экономических показателей – валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения. В ряде работ обоснована оценка спроса на инфокоммуникационные услуги, которую можно представить в таком виде:

$$D(t) = \left(\frac{G_t}{G_0} \right)^b F_j(t)$$

Набор функций, входящих в эту формулу весьма обширен. В частности, в технической литературе рассматриваются такие зависимости:

Формализованные методы (4)

$$F_1(t) = a + bt$$

$$F_2(t) = a + bt + ct^2$$

$$F_3(t) = a + ce^{-bt}$$

$$F_4(t) = \left(\frac{a}{1 + ce^{-bt}} \right)$$

$$F_5(t) = ae^{-ce^{-bt}}$$

$$F_6(t) = a \int_0^t \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}} dy$$

$$F_7(t) = a \int_0^t \frac{1}{y\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(\ln(y)-\mu)^2}{2\sigma^2}} dy$$

$$F_8(t) = \frac{a - c_1 e^{-bt}}{1 + c_2 e^{-bt}}$$

$$\ln\left(\frac{F_9(t)}{1 - F_9(t)}\right) = c + bt$$

Формализованные методы (5)

Выбор приемлемого тренда часто осуществляется при помощи метода наименьших квадратов.

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^N (f(x_i) - y_i)^2 \Rightarrow \min$$

Для функции $F_1(t) = a + bt$:

$$b = \frac{N \sum_{i=1}^N X_i Y_i - \sum_{i=1}^N X_i \sum_{i=1}^N Y_i}{N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2} \quad a = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i - b \sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Интуитивные методы (1)

Для повышения достоверности предсказания исследуемой величины целесообразно использовать несколько методов прогноза. Практически во всех случаях эффективен метод экспертных оценок. В последние годы широкое распространение для решения задач прогнозирования получил метод Делфи (Delphi Method). Коллективное обсуждение проблем часто искажается из-за того, что некоторые эксперты, участвующие в дискуссии, невольно оказывают влияние на аудиторию. Метод Делфи основан на полном отказе от коллективной дискуссии, что исключает влияние таких психологических факторов как согласие с позицией более активных либо авторитетных коллег или желание присоединиться к мнению большинства. Это преимущество достигается за счет роста времени получения результатов.

Интуитивные методы (2)

Раздельная обработка результатов, полученных от двух групп экспертов, означает следующее:

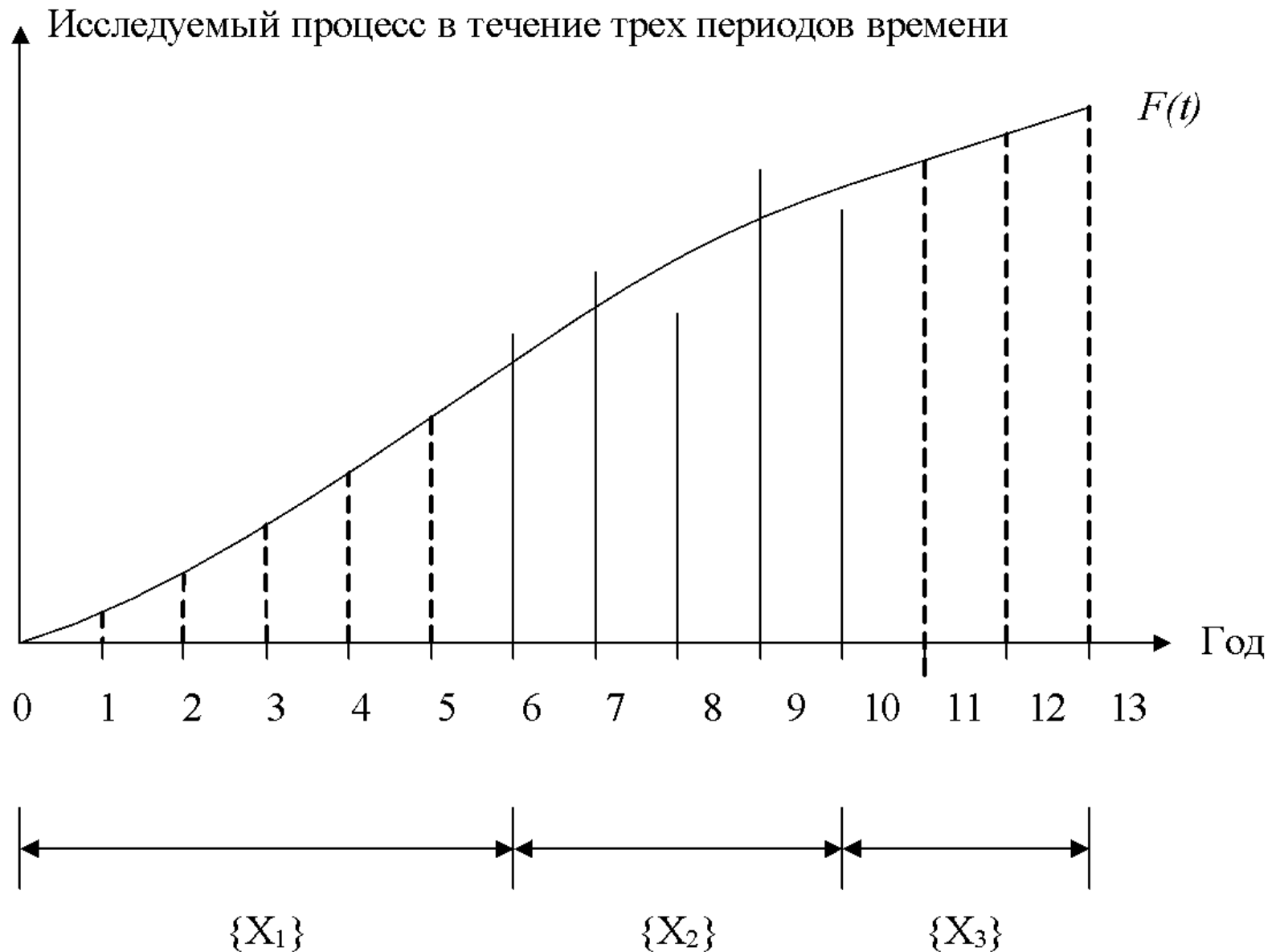
- для каждой группы экспертов с помощью известных методов математической статистики устанавливается близость ответов;
- в результате формируются два варианта ответа на вопрос, сформулированный перед каждой группой экспертов;
- затем с помощью методов математической статистики или иным способом устанавливается близость двух усредненных ответов;
- если степень совпадения усредненных ответов приемлема с точки зрения организатора опроса, то задачу прогнозирования можно считать решенной (в противном случае нужны дополнительные исследования).

Интуитивные методы (3)

Следует выделить новые методы, которые могут быть успешно использованы для прогнозирования. Один из таких методов – использование фильтра Калмана. Этот фильтр представляет собой рекурсивное устройство оценки. Алгоритм работы такого устройства позволяет корректировать полученный результат за счет анализа каждой новой выборки, определенной на оси "Время". Другой метод базируется на нейронных сетях. Их построение и анализ в последние годы эффективно используются для решения ряда задач.

Интуитивные методы прогнозирования полезны при изменении характера исследуемого процесса. Существенные ошибки прогнозирования возникают в тех случаях, когда исследуемый процесс имеет точку перегиба. Характерный пример такого процесса – спрос на услуги телеграфной связи. В середине XX века продолжался рост трафика в сетях телеграфной связи. Затем наступил устойчивый спад спроса на все услуги, которые связаны с телеграфией. Если воспользоваться статистическими данными конца семидесятых годов, то долгосрочный прогноз предусматривал бы рост телеграфного трафика в XXI веке. Этот пример свидетельствует об опасности "слепой" экстраполяции тенденций.

Развитие прогнозирования (1)



Развитие прогнозирования (2)

Диаграмма Джиппа:

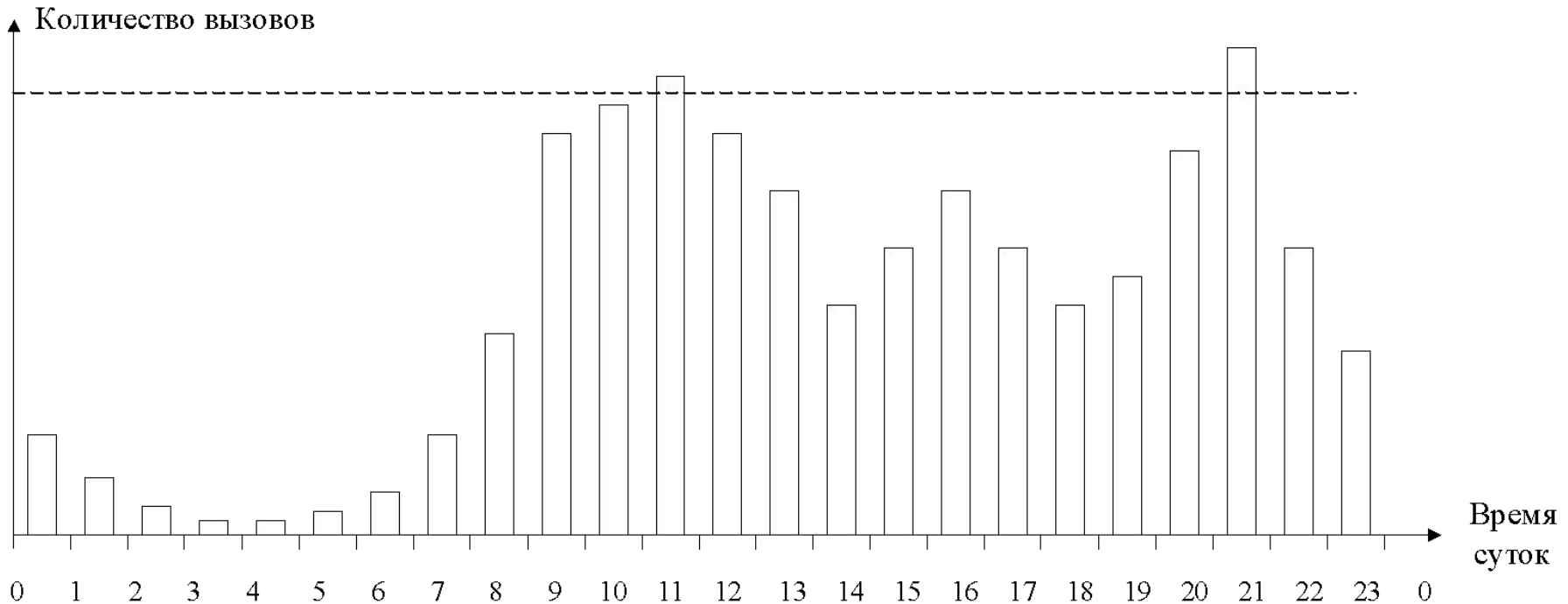
$$\chi = f(G) \approx k_1 G$$

Падение телефонной плотности при росте ВВП:

$$Y_s = F(G) \approx k_2 G$$

Точность прогноза можно повысить за счет тщательного анализа причинно-следственных связей. Подобный подход представляется очень важным – особенно при качественных изменениях в телекоммуникационной системе. Другой путь повышения точности искомых оценок основан на развитии формализованных методов прогнозирования. Он эффективен как дополнение тех методов, которые базируются на исследовании причинно-следственных связей.

Распределение количества вызовов



Доля потерянных вызовов определяется таким соотношением:

$$\pi = \frac{\Delta N}{N_0}$$

Возникающая задача

Дано (упрощенный подход):

1. Распределение количества вызовов по суткам;
2. Нормированная вероятность потери вызовов.

Найти (упрощенная трактовка):

1. Величину необходимых ресурсов (например, число линий между станциями);
2. Способ управления ресурсами, максимизирующий пропускную способность;
3. Экономичный план реализации фрагмента сети.

Статистика трафика ТФОП (1)



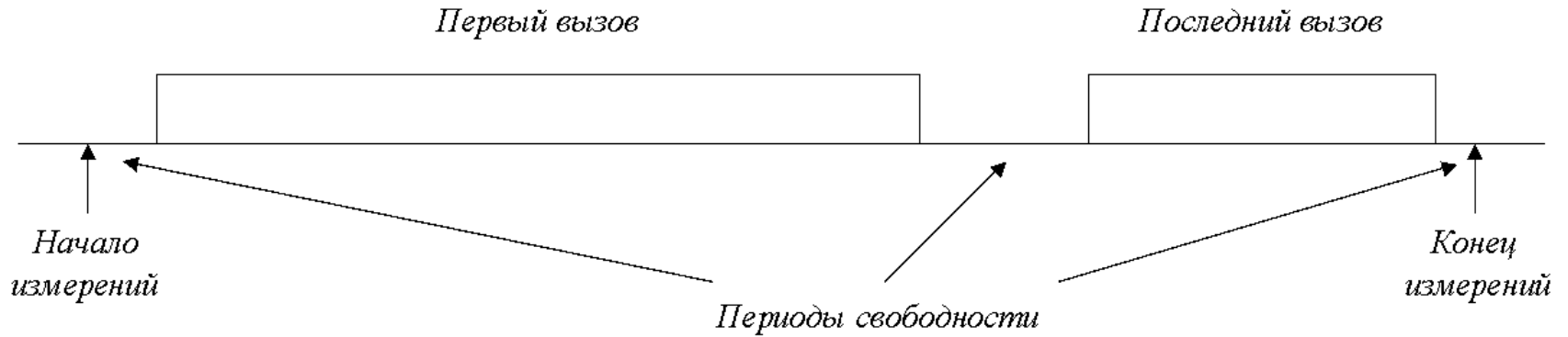
Источник: ITU-D. Teletraffic Engineering Handbook (edited by V.B. Iversen). – Geneva, 2003.

Статистика трафика ТФОП (2)

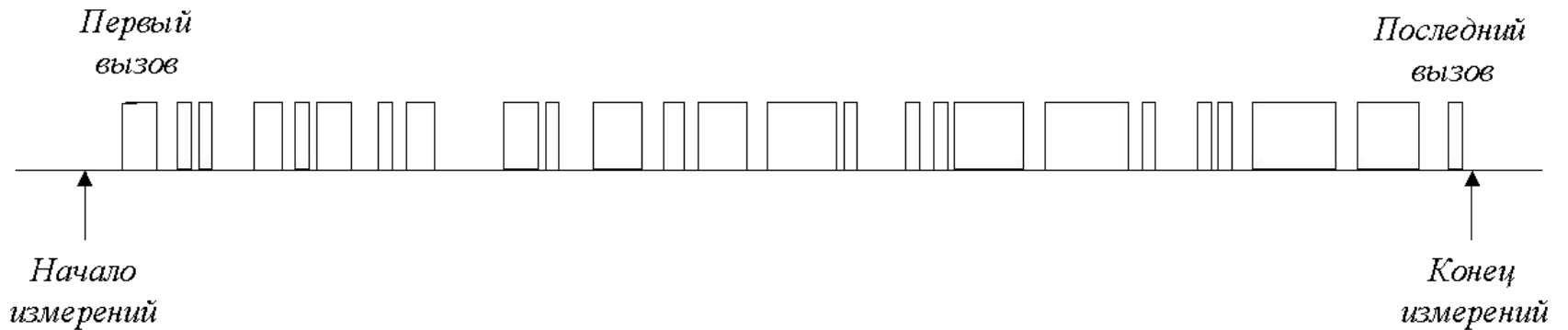


Источник: ITU-D. Teletraffic Engineering Handbook (edited by V.B. Iversen). – Geneva, 2003.

Состояния системы телетрафика

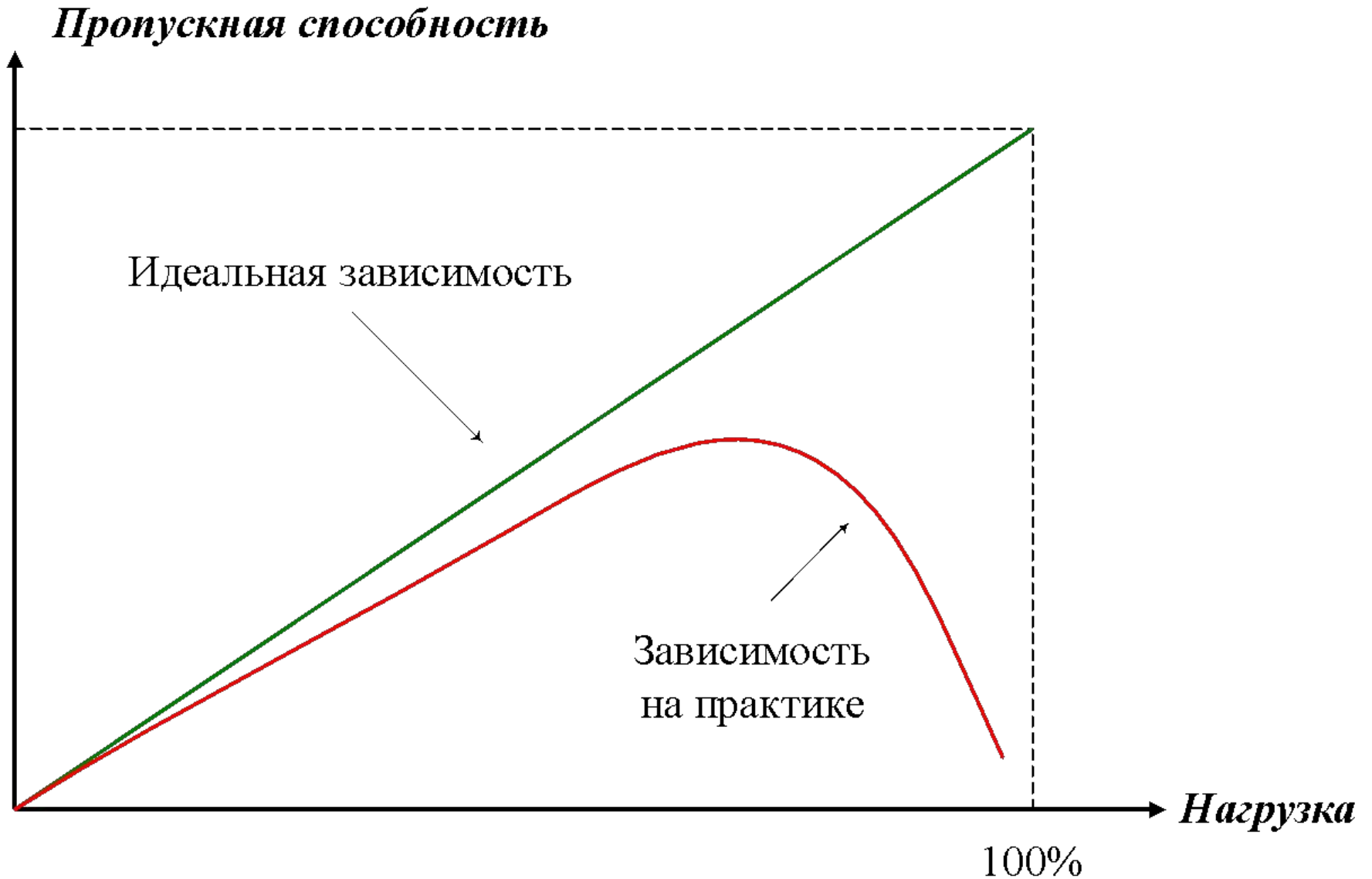


а) Поток вызовов с большим временем занятия обслуживающего прибора



б) Поток вызовов с короткими занятиями обслуживающего прибора

Изменение пропускной способности



Первая формула Эрланга

$$\pi = \frac{A^V}{\sum_{i=0}^V \frac{A^i}{i!}}$$

Теория телетрафика (1)

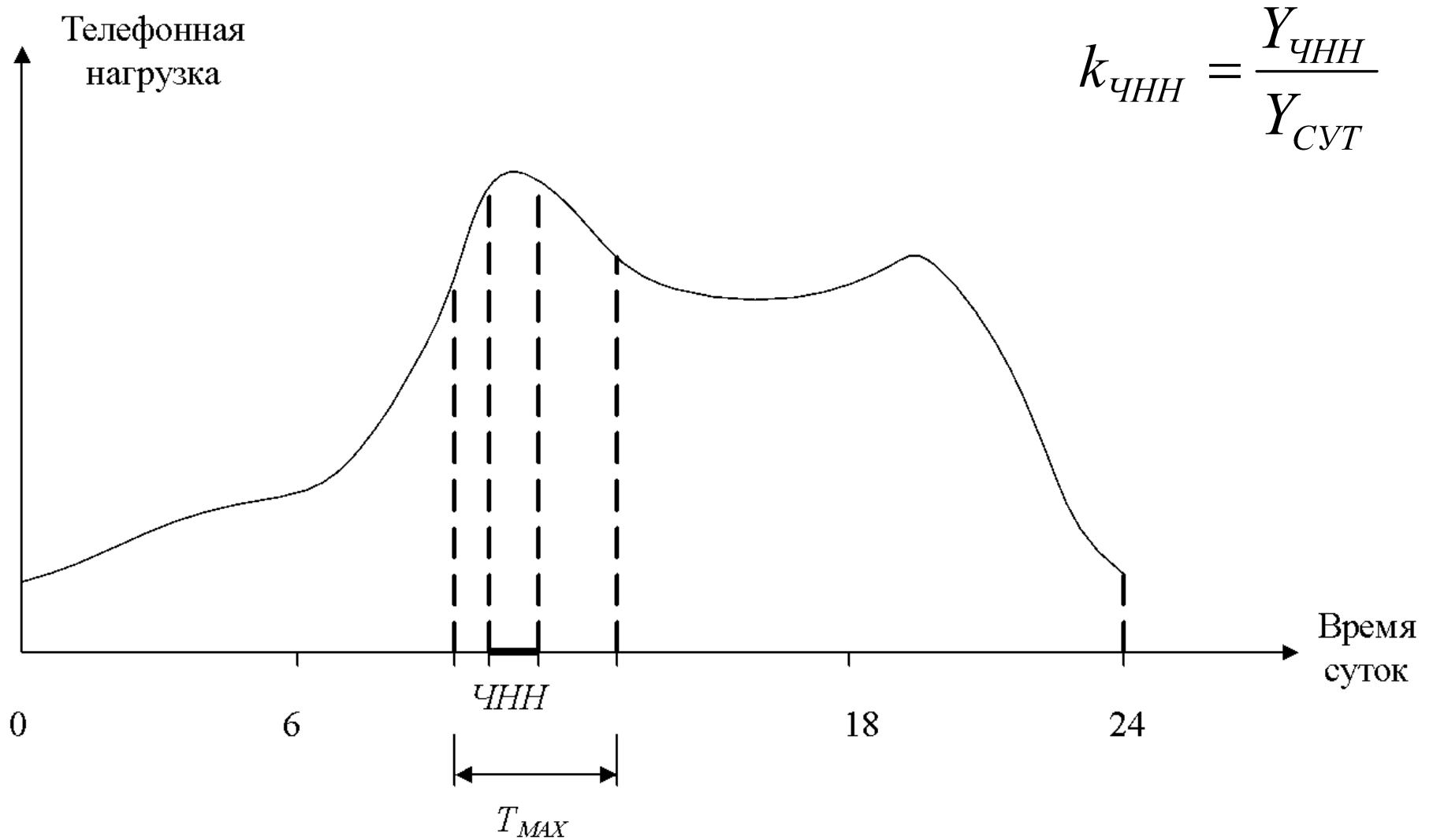
$$A(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

$$A^{(1)} = \frac{1}{\lambda}$$

$$B(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

$$B^{(1)} = \frac{1}{\mu}$$

Теория телетрафика (2)



Об экономии за счет связи

Экономическую эффективность телекоммуникационной сети можно оценивать с двух точек зрения. Во-первых, обмен информацией приносит ощутимую пользу при производстве любых товаров и услуг. С этой точки зрения оценить эффективность телекоммуникационной сети в единицах измерения, принятых в экономике, очень сложно. Считается, что в странах ЕС один доллар капиталовложений увеличивает прирост общественного продукта на **2 – 2,5** доллара. В США этот показатель еще выше: от **4 до 8** долларов. Один из возможных подходов для получения подобных оценок базируется на ценности информации, о которой говорилось на второй лекции. Во-вторых, экономическая эффективность телекоммуникационной сети может оцениваться с точки зрения оптимальности ее построения, эксплуатации и развития. В этой лекции обсуждается именно такой подход к анализу экономической эффективности телекоммуникационной сети.

Экономика. Общие понятия (1)

Методологический подход к анализу экономических показателей телекоммуникационной сети постоянно совершенствуется. Это обусловлено как развитием экономико-математических методов, так и радикальными изменениями в телекоммуникационной системе. На начальном этапе развития сетей телеграфной и телефонной связи чаще всего использовался анализ трех экономических показателей: капитальные затраты (Capital Expenditures – CAPEX) C , эксплуатационные расходы (Operating Expenses – OPEX) O и приведенные затраты (Normalized Cost) N . Приведенные затраты могут определяться двумя способами. В первом случае (I) эти затраты относят к одному году. Во втором случае (II) определяется величина, связанная со сроком окупаемости:

$$N_I = E_0 C + O, \quad N_{II} = C + T_0 O$$

Нормирующий коэффициент E_0 связан со сроком окупаемости:

$$E_0 = \frac{1}{T_0}$$

Экономика. Общие понятия (2)

Кроме трех перечисленных выше экономических показателей практический интерес связан с оценкой таких величин:

- Валовой национальный продукт (Gross national product) – сумма (в денежном выражении) товаров и услуг, произведенных национальными субъектами (предприятиями, организациями и частными лицами) за год, независимо от их территориального месторасположения.
- Прибыль (Profit) – важнейший показатель конечных результатов деятельности фирмы, предприятия, основная цель предпринимательской деятельности. Прибыль представляет собой разницу между доходом от реализации продукции (товаров или услуг), основных фондов, иного имущества предприятия и расходами по этим операциям.
- Чистая прибыль (Net gain) – прибыль, остающаяся в распоряжении компании после выплаты налогов, отчислений, обязательных платежей.

Экономика. Общие понятия (3)

- Норма прибыли (Rate of profit) – отношение годовой прибыли к авансированному на ее получение капиталу (норма прибыли на активы, инвестиции) или к затратам, понесенным для ее получения (норма рентабельности). Принято считать, что норма прибыли (рентабельность) до 50% вполне приемлема, а свыше 100% относится к сверхприбыли. При этом следует иметь в виду, что авансируемый капитал способен приносить прибыль в течение ряда лет.
- Рентабельность (Profitability) – показатель, характеризующий уровень доходности капитала. Это один из важных показателей, используемых при расчетах эффективности инвестиционных проектов и при оценке эффективности действующих предприятий. В общем плане рентабельность представляет собой отношение прибыли к капиталу.
- Амортизационные отчисления (Depreciation charges) – средства в виде денег, направляемых на ремонт или строительство, изготовление новых основных средств. Сумма амортизационных отчислений включается в издержки производства (себестоимость) продукции и тем самым переходит в цену. Предприятие обязано производить накопление амортизационных отчислений, откладывая их из выручки за проданную продукцию.

Экономика. Общие понятия (4)

- Норма амортизации (Rate of depreciation) нормативное значение годовых амортизационных отчислений предприятия, организации.
 - Срок окупаемости (Payback period) – период времени от даты введения объекта в коммерческую эксплуатацию до даты, когда сумма доходов от проекта нарастающим итогом превысит сумму расходов за тот же период.
 - Дисконтирование (Discounting) – процедура оценки будущих поступлений и расходов по проекту на текущую дату.
 - Ставка дисконта (Rate of discounting) – определяемый инвестором или банком процент доходности инвестиционных вложений в альтернативные проекты согласно особенностям оцениваемого проекта и уровню риска при его реализации.
 - Чистая текущая стоимость (Net present value) – интегральный показатель, отображающий альтернативную стоимость проекта для инвестора на дату оценки. Определяется путем дисконтирования будущих поступлений и расходов по проекту к текущему времени по определенной инвестором (или банками) ставке дисконта или сравнения.
- Ряд показателей (в частности, Net present value – NPV) приобрел особое значение в результате процесса радикальной модернизации телекоммуникационной системы.

Модернизация сетей (1)

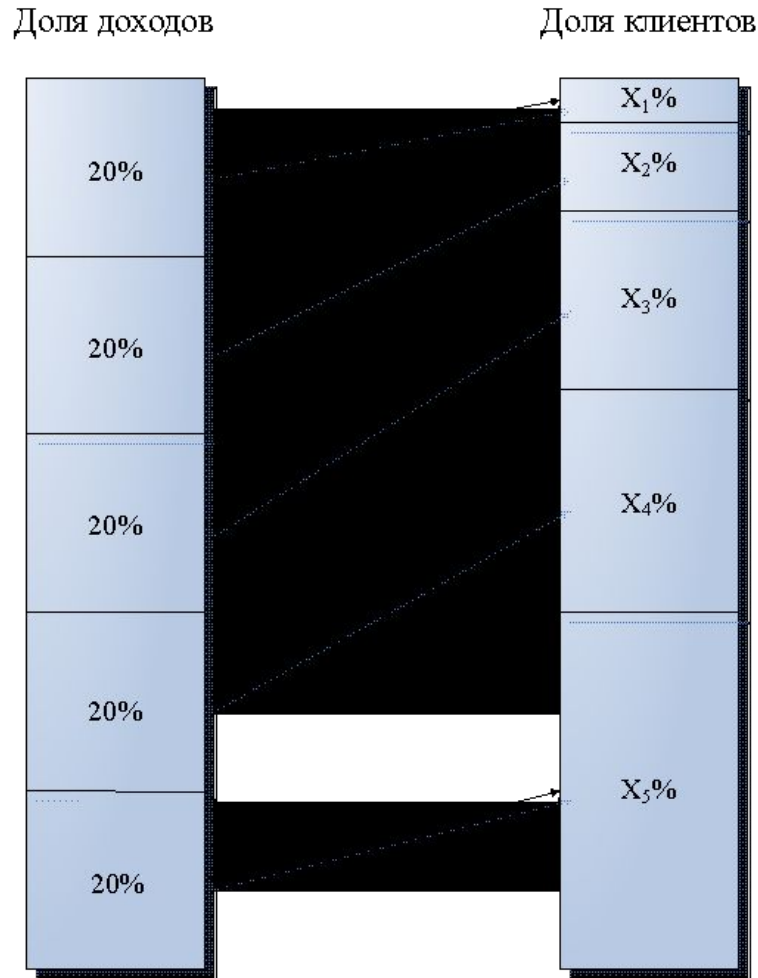
В развитии современной телекоммуникационной системы важную роль играют следующие процессы:

- переход к так называемой "экономике клиента";
- конвергенция сетей электросвязи;
- интеграционные процессы в электросвязи;
- смена технологий передачи и коммутации;
- возрастающая роль услуг, ориентированных на Content.

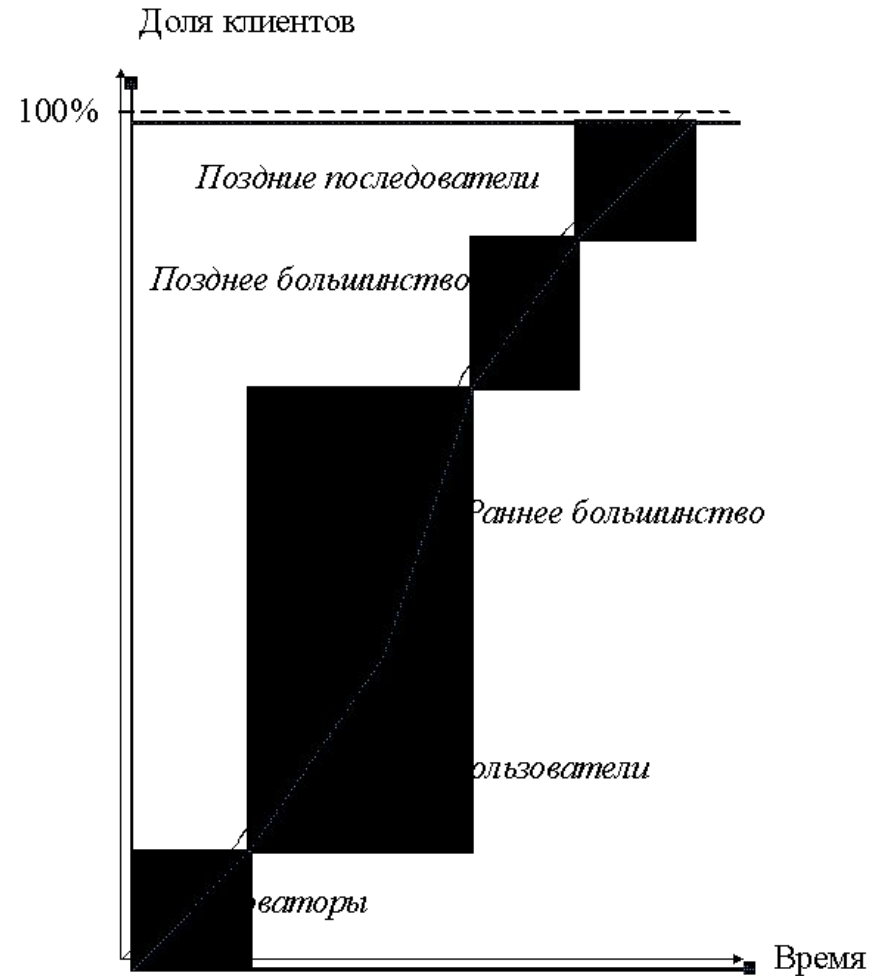
Переход от стандартизированной экономики к экономике клиента – одна из важнейших движущих сил развития электросвязи.

Оператору необходимо ранжировать своих клиентов с точки зрения их требований к инфокоммуникационным услугам. Это ранжирование может быть выполнено с двух точек зрения: уровень доходов, которые получает Оператор связи и время, когда клиент начинает пользоваться новыми видами услугой.

Модернизация сетей (2)

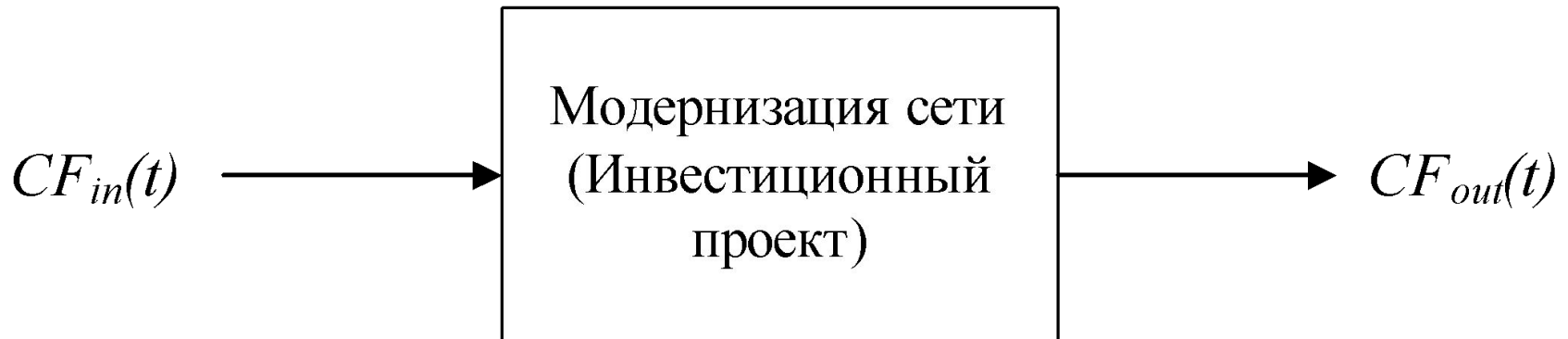


а) Ранжирование клиентов по уровню доходов, которые они приносят Оператору связи



б) Ранжирование клиентов по времени их привлечения к новым видам услуг

Чистая текущая стоимость (1)



Для вычисления чистой текущей стоимости **NPV** необходимо оценить сумму первоначальных инвестиций (cost initial investment) **CI** к началу реализации проекта и текущую стоимость денежного потока на протяжении жизненного цикла проекта **PV**. Тогда искомая величина определяется так:

$$NPV = CI + PV$$

Чистая текущая стоимость (2)

В этой формуле всегда соблюдается условие: $CI < 0$. Обычно NPV оценивается на тот момент времени, когда проект начинает реализовываться. Тогда формула трансформируется следующим образом:

$$NPV = CI + \sum_{i=1}^n k_i PV_i = CI + \sum_{i=1}^n \frac{PV_i}{(1+r)^i}$$

Величина k_i называется коэффициентом дисконтирования, а r – нормой дисконта. Верхний предел суммирования определяет срок реализации проекта в годах. В i -ом году величина денежного потока равна PV_i . Величины k_i и r связаны между собой простым соотношением:

$$k_i = \frac{1}{(1+r)^i}$$

Вопросы?