

Об одном методе управления тарифами на транспорте

Шаров Н.В.

30.01.2018 Москва

Предмет и цели доклада

Предмет доклада:

управление тарифами на транспорте общего пользования

- Излагаются цели, задачи такого управления
- предлагается метод управления тарифами: путь осуществления стратегических и тактических мероприятий для достижения целей, решения задач посредством применения ресурсов
- элементы предлагаемого метода применены в Москве (метро, автобусы, троллейбусы, трамваи) и использованы в проекте реформирования пригородных железнодорожных тарифов в Москве и Московской области

Цель доклада:

- содействие улучшению тарифной политики для пользователей
- стимулирование активности органов государственной власти и хозяйствующих субъектов по управлению тарифами на транспорте
- популяризация лучших зарубежных и отечественных практик по управлению тарифами на транспорте
- развитие использования математических методов управления тарифами на транспорте

Управление

- **неотъемлемый многогранный элемент нашего мира**
- **осуществляется независимо от воли людей или по воле людей**
- **может быть публичным, государственным, и т. д.**

Цицерон :

«Управлять – значит предвидеть, а предвидеть - значит много знать»

«Кто хорошо сообразит, того сочту пророком наилучшим я» (греч. песня)

Собеседник Цицерона:

«Однако есть же в лягушках некая природная сила,- почти безошибочная способность предвещать - свойство для людей непостижимое»

Работы по развитию управления:

- **Андре Мари Ампер:** связал управление и искусство (кибернетика – «искусство управления в целом»)
- **Анри Файоль:** элементы (функции) и принципы управления
- **Другие исследователи:** Фредерик Уинслоу Тейлор, Питер Фердинанд Друкер и др., в т.ч. более ранние

Элементы и принципы управления (А. Файоль)

Элементы (функции)

- предвидение
- организация
- командование
- координация
- контроль

Принципы (14 наиболее распространенных из неограниченного количества)

1. разделение труда
2. власть и ответственность
3. дисциплина
4. единоначалие
5. единство действий
6. подчинённость частных интересов общественным
7. вознаграждение
8. централизация
9. иерархия
10. порядок
11. справедливость
12. стабильность персонала
13. инициатива
14. корпоративный дух

О критике* и вопросах ценообразования

- Древний мир
 - Шумер
 - Вавилон
 - Древний Рим (предельное ценообразование)
 - Китай, ...
- Экономическая теория
 - Психология
 - Общество
- Рынок vs монополия
 - Минимум дифференциации vs максимум дифференциации
 - Товар vs полезность
 - Непрерывный выбор vs дискретный выбор
 - Рациональность vs поведенческий выбор
 - Потребность и (или) удовольствие
 - Индивидуальное vs общественное
- Прогнозирование
 - Критика Лукаса
 - Количественное или качественное
 - Определенное или неопределенное
 - Различные техники прогнозирования

* Истина любит критику, от нее она только выигрывает; ложь боится критики, ибо проигрывает от нее. (Дидро)

Об установлении цен в древнем мире

- Первые свидетельства установления цен обусловлены нашими знаниями о появлении письменности, государственном правлении и подлинностью этих данных
- Законы Хамураппи (Вавилон)
 - Государство установило ряд цен
 - Дифференциация цен в зависимости от статуса человека
- До Хамураппи: (царь Уракагина, вторая половина 24 века до н. э.)
ликвидация бремени чрезмерных правительственных правил, включая контроль над заработной платой и ценами
- Свод законов Диоклетиана: предельные цены
Лактанций (неправильное управление ценами = смертельные последствия)
- Китай – Ли Куй 455-395 Сбережение стратегического товара (зерно):
скупка государством и продажа при неурожае
Критика: покупка большими порциями, продажа – небольшими и по иной цене

Характеристики идеальной конкуренции

- Большое количество фирм
- Продукты ¹⁾ однородны (идентичны) - у потребителя нет причин выразить предпочтение какой-либо фирме
- Свобода входа и выхода из отрасли
- Фирмы являются покупателями цен - не имеют контроля над ценой, которую они взимают за свой продукт
- Каждый производитель обеспечивает очень небольшую долю от общего объема производства продукта
- Потребители и производители имеют отличные знания о рынке

¹⁾ Продукт – товар или услуга (работа)

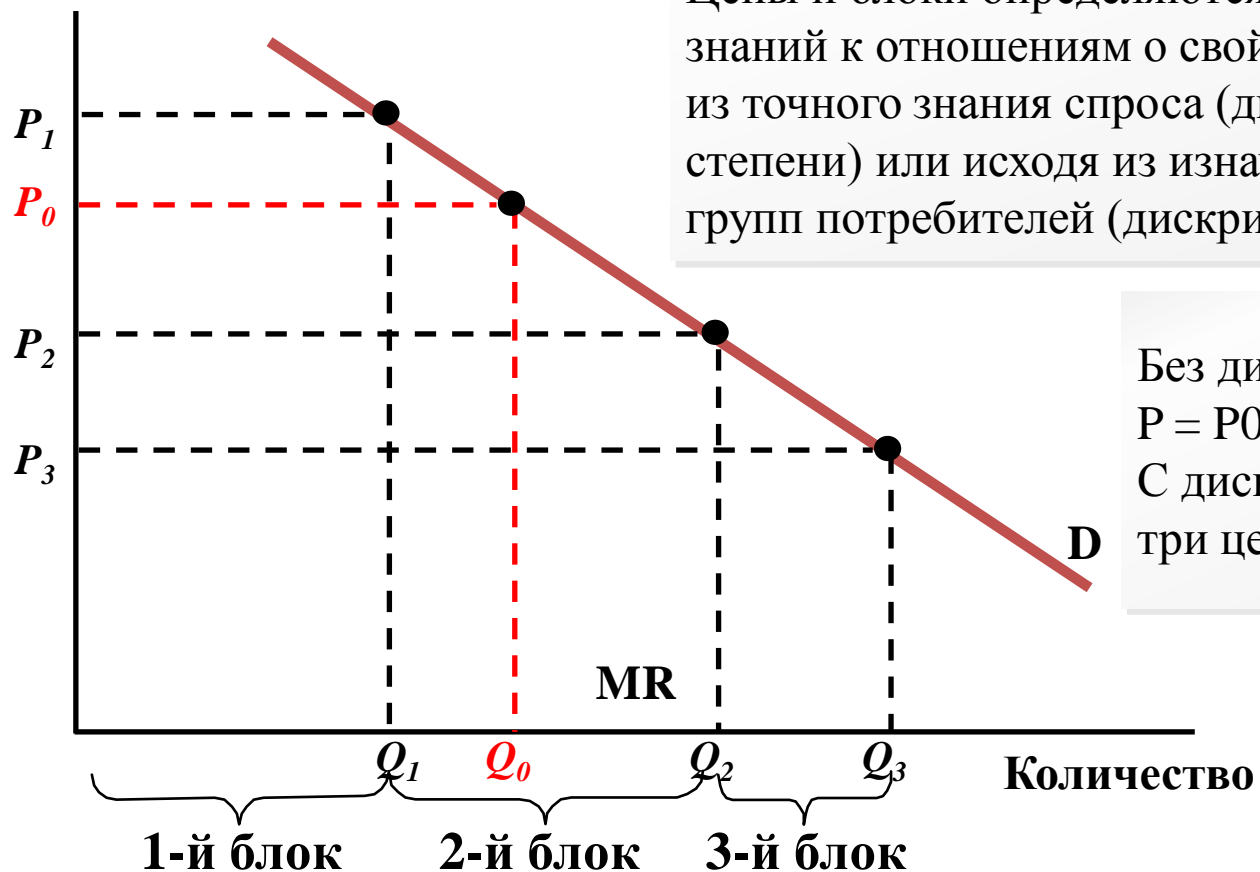
Основы дифференцирования тарифов:

ценовая дискриминация (на примере дискриминации второй степени)

Дискриминация второй степени:

Цены и блоки определяются исходя из примерных знаний о свойствах продукта, а не исходя из точного знания спроса (дискриминация первой степени) или исходя из изначального знания спроса групп потребителей (дискриминация третьей степени)

Руб./ед.



Без дискриминации:

$P = P_0$ и $Q = Q_0$.

С дискриминацией второй степени три цены P_1 , P_2 , и P_3 .

В общем случае неоднозначный результат: позволяет как снизить объём при увеличении цены, так и увеличить объём при снижении цены
Результат применения положительный при контроле за ценами

Ориентиры для установления тарифов:

эластичность

Неэластичный сегмент:

билеты на небольшое количество поездок (редкие пользователи)

НО: наличие социальных билетов (редкие пользователи – не всегда туристы)

Эластичный сегмент:

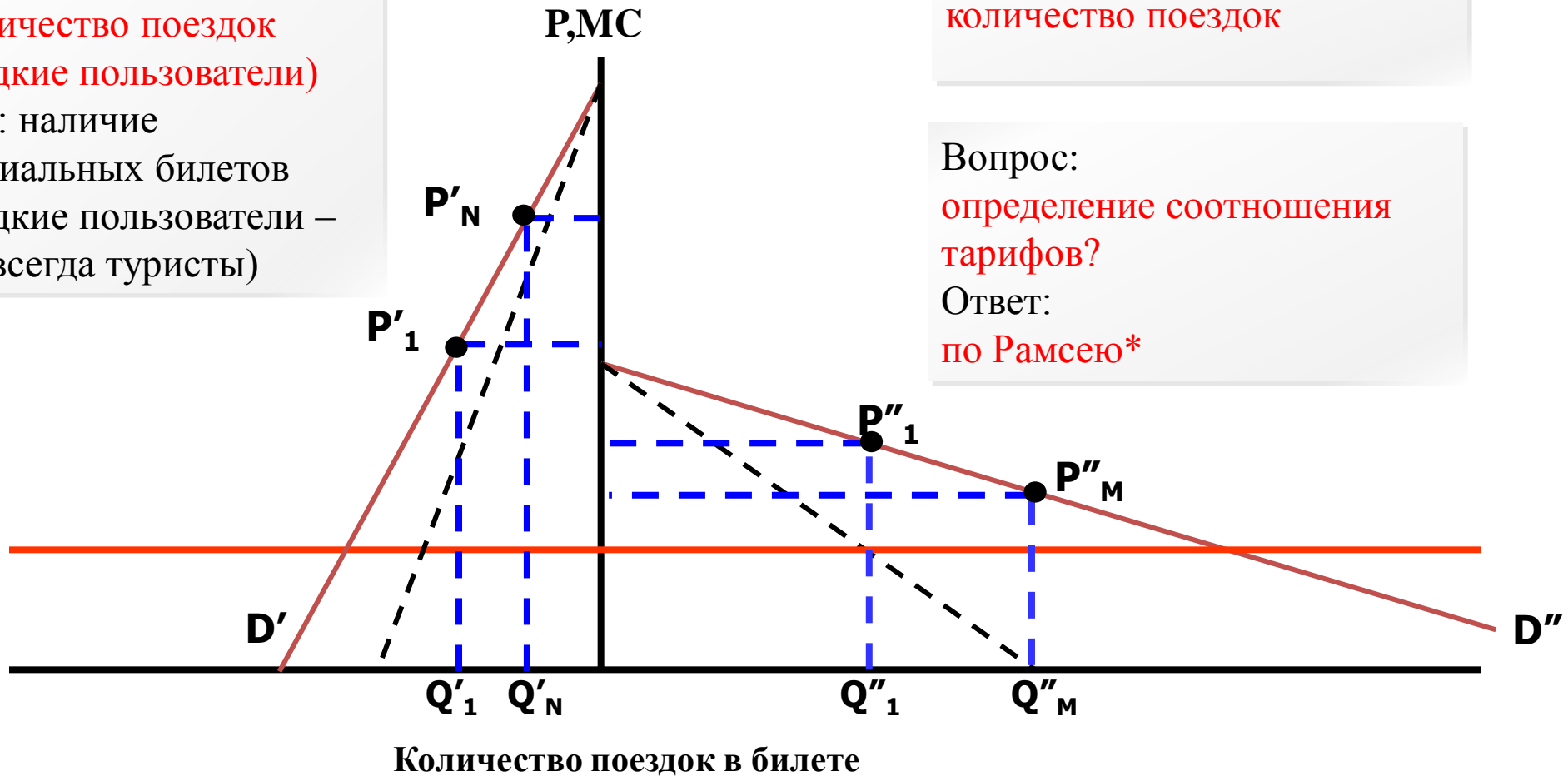
билеты на большое количество поездок

Вопрос:

определение соотношения тарифов?

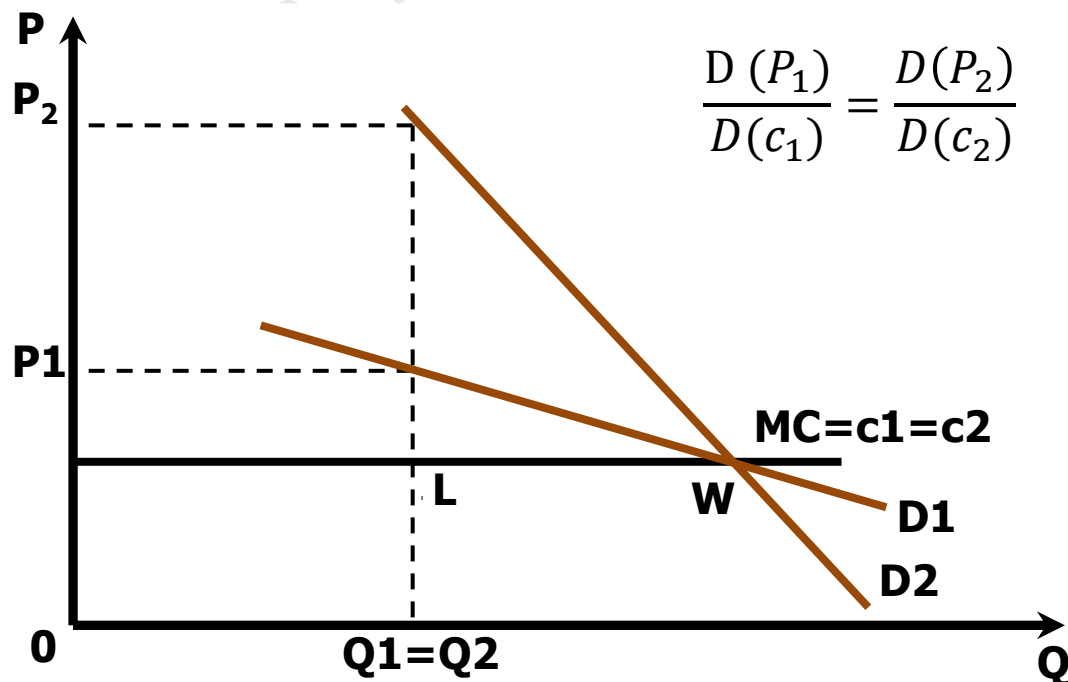
Ответ:

по Рамсею*



Ценообразование по Рамсею*

В многопродуктовой монополии



$$\frac{D(P_1)}{D(c_1)} = \frac{D(P_2)}{D(c_2)}$$

$$MR(Q) = P(Q) + Q \frac{\partial P}{\partial Q}$$
$$= P + \frac{Q}{P} \times Q \frac{\partial P}{\partial Q} P = P \left(1 + \frac{1}{e^D}\right)$$

e^D - эластичность спроса

*Недостатки (не все):

неэластичный спрос может наблюдаться у социально незащищенной группы граждан

Устранение:

специальная локальная настройка ценового (тарифного) меню, наличие социальных цен (билетов)

Максимизация прибыли:

n-продуктовая монополия, период t

Функция рыночного спроса

$$P_t = f(Q_t) = f(q_t^1 + \dots + q_t^n)$$

Функция общих издержек

$$TC_t^1 = f(q_t^1), \dots, \quad TC_t^n = f^D(q_t^n)$$

Функция прибыли

$$\pi_t = TR(q_t^1 + \dots + q_t^n) - TC^1(q_t^1) - \dots - TC^n(q_t^{1n})$$

Условие максимизации
прибыли 1-го порядка

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\pi_t}{q_t^1} = \frac{\partial TR(q_t^1 + \dots + q_t^n)}{\partial q_t^1} - \frac{TC^1(q_t^1)}{\partial q_t^1} = 0 \\ \dots \\ \frac{\pi_t}{q_t^n} = \frac{\partial TR(q_t^1 + \dots + q_t^n)}{\partial q_t^n} - \frac{TC^n(q_t^n)}{\partial q_t^n} = 0 \end{array} \right.$$

Условие максимизации
прибыли 2-го порядка

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial TR^2(Q^*)}{\partial Q^2} < \frac{\partial^2 TC^1(q_t^{1*})}{\partial (q_t^1)^2} \\ \dots \\ \frac{\partial TR^2(Q^*)}{\partial Q^2} < \frac{\partial^2 TC^n(q_t^{n*})}{\partial (q_t^n)^2} \end{array} \right.$$

- с включением в модель времени и n продуктов, модель усложняется

Максимизация полезности потребителя: n-продуктовая монополия, период t

Индивидуальная функция
полезности

$$U_t = U(Q_t) = f(q_t^1, \dots, q_t^n)$$

Бюджетное ограничение

$$I_t = p_t^1 q_t^1 + \dots + p_t^n q_t^n$$

Лангранжиан*

$$L_t = f(q_t^1, \dots, q_t^n) + \lambda_t (I - p_t^1 q_t^1 - \dots - p_t^n q_t^n)$$

Условие максимизации
полезности 1-го порядка

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L_t}{\partial q_t^1} = \frac{\partial U(Q_t)}{\partial q_t^1} - \lambda_t p_t^1 = 0 \\ \dots \\ \frac{\partial L_t}{\partial q_t^n} = \frac{\partial U(Q_t)}{\partial q_t^n} - \lambda_t p_t^n = 0 \end{array} \right. \Rightarrow \lambda_t = \frac{\partial U(Q_t) / \partial q_t^1}{p_t^1} = \dots = \frac{\partial U(Q_t) / \partial q_t^n}{p_t^n}$$

(второй закон Госсена –
равенство предельных
полезностей продуктов)

- с включением в модель времени и n продуктов, модель усложняется

Ценообразование: ограничения*

- точное знание параметров модели: спроса, полезности, и т.д.
- гомогенный спрос (если рассматривать совокупный спрос)
- оценка объёма
- для граничных точек (лежащих на осях): если $\partial U(Q_t)/\partial q_t^1 - \lambda_t p_t^1 < 0$, $\partial q_t^1 = 0$
- постоянная и одинаковая предельная полезность $\lambda_t = \text{const}$, но так ли это, особенно во времени?
- все ограничения для задач, решаемых аналитически с помощью Лагранжиана (в т.ч. условие максимизации 2-го порядка)

* Решения некоторых вопросов были развиты в работах по прогнозированию, в т.ч.:

1) Rotterdam Model:

Barten, A.P., 1964. Consumer demand functions under conditions of almost additive preferences. *Econometrica*, 32, 1-38.

Theil, H., The information approach to demand analysis. *Econometrica*, 33, 67-87.

2) An Almost Ideal Demand System, Angus Deaton, John Muellbauer, *The American Economic Review*, Vol. 70, No. 3. (Jun., 1980), pp. 312–326.

Дополнительные вопросы к способу дифференциации

В ближайшем рассмотрении:

- определение «группы» дифференцированных продуктов
- что происходит при добавлении продуктов / удалении их из группы (в т.ч. как меняется спрос, функции полезности)
- спрос на товар или на что-то еще? (на характеристики?)

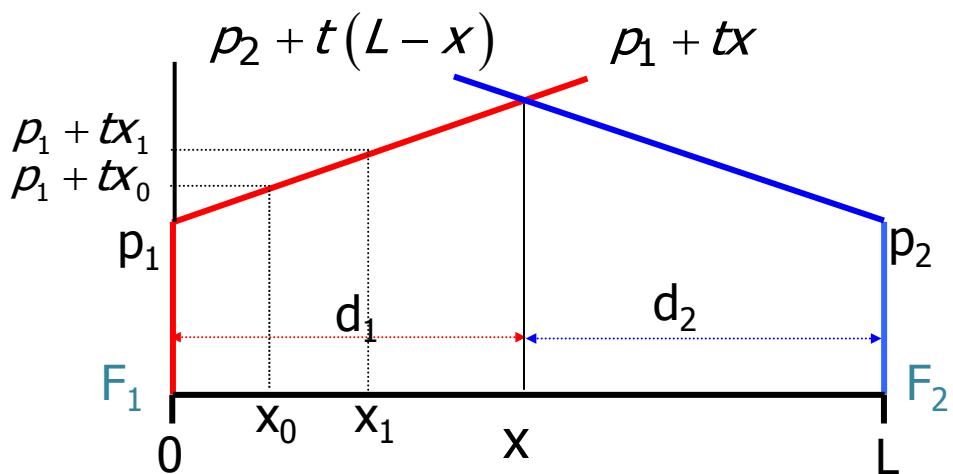
В перспективе:

- цели?
- ценовая эластичность – постоянная?
- поведение субъектов рационально?
- определенность (спрос, полезность, издержки, субсидии, прогноз и т.д.) существует?
- горизонт планирования, количество видов продуктов (n) / правила изменения видов продукта определены?
- метод и модель прогнозирования?
- свобода выбора?
- критерий оптимизации?
- баланс между регулированием и договором?
- решение уравнений существует?

2. Дифференциация продукта

(линейный аналог*)

2 фирмы (F_1 и F_2), L – расстояние,
издержки на транспортировку линейны
(L – аналог количественной дифференциации)



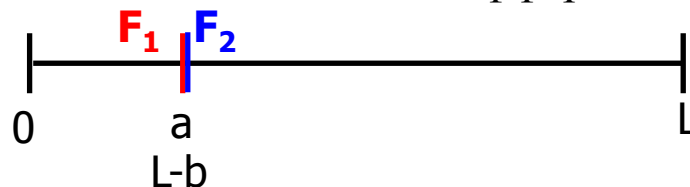
Исходные предпосылки:

- рациональность ожиданий
- 1 продукт и 1 пространственное измерение дифференциации

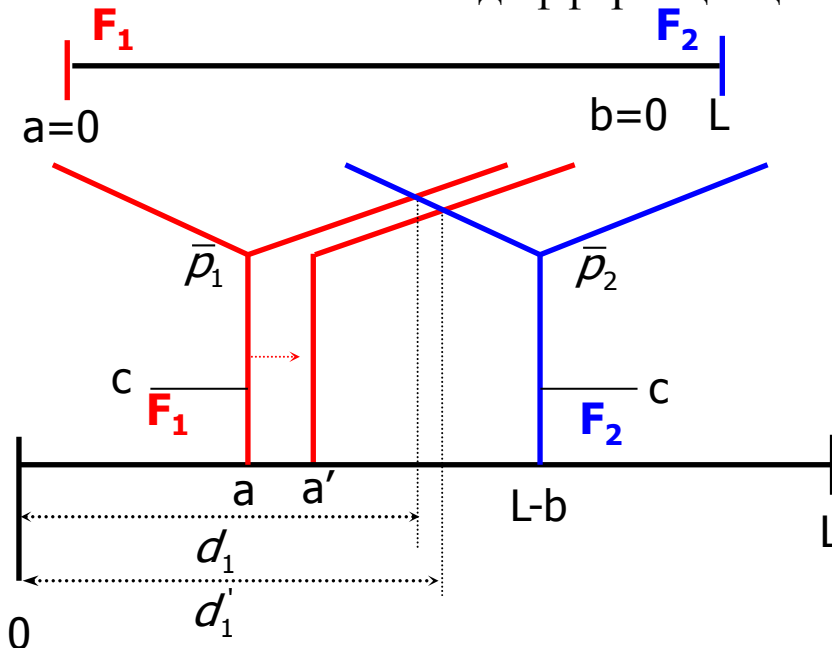
Итоги:

- для производителей наиболее рационально сделать свои продукты как можно более похожими (минимизировать расстояние между фирмами) - принцип минимальной дифференциации Хотеллинга
- принимаемые решения: достичь равновесия по Нэшу (игровое равновесие)

▪ $a+b=L \rightarrow$ минимальная дифференциация

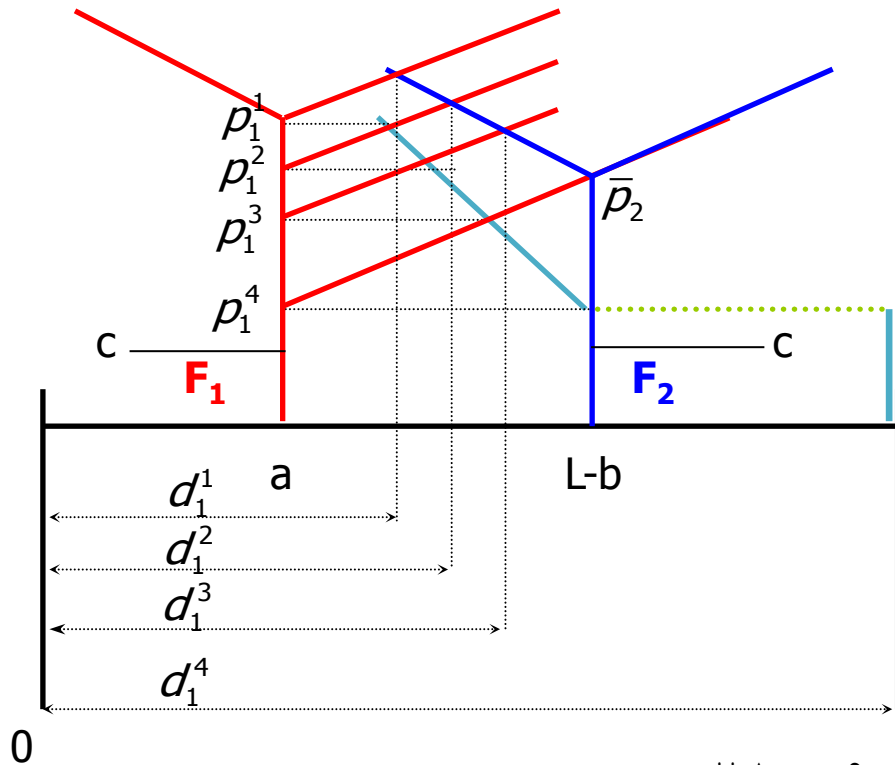


▪ $a=b=0 \rightarrow$ максимальная дифференциация

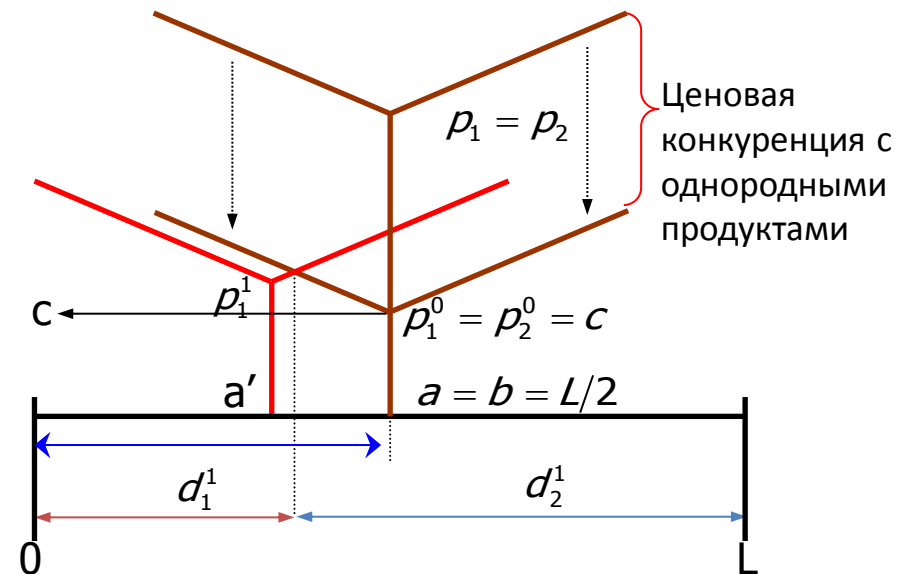


2. Критика Хотеллинга*

1) разрыв спроса



2) обе фирмы имеют стимул отклоняться от $L/2$, чтобы установить $p > c$ у, и таким образом они получат положительную прибыль



3) Иные случаи (многомерная дифференциация, и др.)

** Анализ 2- и 3- мерных вариантов дифференцированных продуктов, 2 фирмы. Выбор места на 1 этапе, цены на 2 этапе: максимальная дифференциация только в одном измерении (атрибута продукта), для которого потребители придают самое важное значение (вес).
 Равновесие в 2-х измерениях: max-min, min-max или оба.
 Равновесие в 3 измерениях: мин-мин-мин, мин-макс-мин, мин-мин-макс, любые два из них или все три.

* D'Aspremont, Claude, Jaskold-Gabszewicz, Jean, and Thisse, Jacques-Francois, (1979), "On Hotelling's 'Stability in Competition'," *Econometrica*, 47, 1145-1150.

** Ansari, Asim, Nicholas Economides, and Joel Steckel. "The Max-Min-Min Principle of Product Differentiation." *Journal of Regional Science* 38, no. 2 (May 1998): 207-31

Расширение принципа Хотеллинга

Теория рационального выбора (теория рационального действия)

Исходные предпосылки:

Методологический индивидуализм – объяснение явлений мотивацией и действиями отдельных агентов

У индивидуума есть предпочтения, есть альтернативы, они упорядочены:

- Бинарность выбора (выбор из двух альтернатив) или его расширение - транзитивность выбора (ценности блага расположены на шкале оценки последовательно: если А лучше В, а В лучше С, то А лучше С)
- Агент ведет себя рационально и имеет всю информацию (абсолютную или вероятностную) при определении предпочтений

Итог:

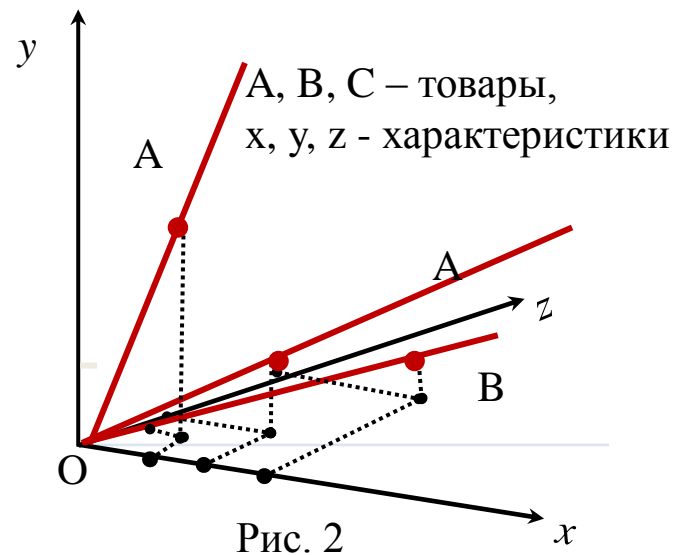
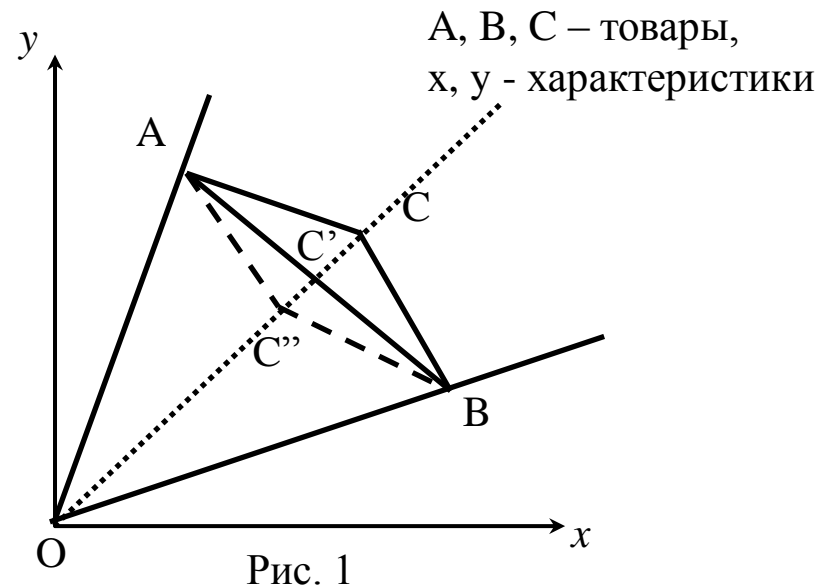
последовательный самоопределяемый наилучший выбор

Вопрос: эти предпосылки актуальны???

Полезность товара через его характеристики

К. Lancaster:

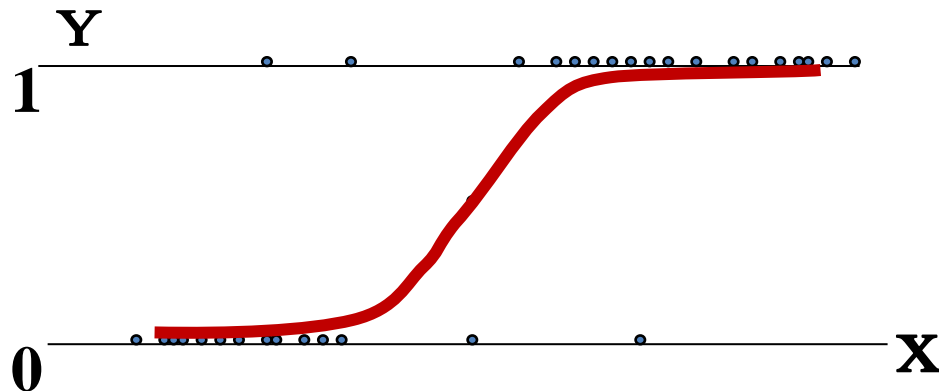
- ключевой объект изучения – характеристики товаров
 - характеристика товара обладает полезностью
 - два товара являются «соседями» или что существует «отношение соседей» между ними, если все выпуклые комбинации из них находятся на рынке (или, геометрически, если прямая линия соединяется)
-
- вопрос – если характеристик и товаров слишком много (рис.2)?
 - отрицательная полезность бывает?
 - если товаров n , а характеристик m , то имеет место быть матрица $m \times n$
 - напоминает комбинаторику?... может, нам там искать ответ?



Дискретные модели выбора (D.McFadden,...)

Бинарный (двоичный выбор)

- Логит / пробит* с атрибутами человека, но не атрибутами альтернатив
- Логит / пробит с переменными, которые различаются по альтернативам



Недостатки:

- основаны на логистической регрессии (regression = регресс, впервые в статистике использовал Ф. Гальтон), проблемы мультиколлинеарности, нужен тест на гетероскедастичность
- необходим большой объём выборки, в т.ч. на каждую независимую переменную
- если рассматривать д.м.в. как планирование вероятности, то необходимо отметить: **есть иные более мощные методы вероятностного моделирования** (например, марковские цепи и т.д.)

Многомерный выбор (>2 измерений)

- Без корреляции между альтернативами
 - логит с атрибутами человека, но не атрибутами альтернатив
 - Logit с переменными, которые различаются по альтернативам (условный логит)
- С корреляцией между альтернативами
 - модели вложенных логитов и обобщенных экстремальных значений (GEV)
 - Множественный пробит
 - Смешанный логит

* параметрические методы прогнозирования: используется нормальное распределение (пробит-модель) или логистическое распределение (логит-модель). Прогнозируются инновации,

Из теории вероятностей (о многомерных распределениях)

Дискретное многомерное распределение:

Если x_1, x_2, \dots, x_k - k дискретных случайных величин, то $p(x_1, x_2, \dots, x_k)$ - совместная вероятность x_1, x_2, \dots, x_k если:

1. $0 \leq p(x_1, \dots, x_n) \leq 1$
2. $\sum_{x_1} \dots \sum_{x_n} p(x_1, \dots, x_n) = 1$
3. $P[(X_1, \dots, X_n) \in A] = \sum_{x_1} \dots \sum_{x_n} p(x_1, \dots, x_n)$

Дискретное маргинальное распределение:

$x_1, x_2, \dots, x_q, x_{q+1}, \dots, x_k$ - k дискретных случайных величин, $p(x_1, x_2, \dots, x_q, x_{q+1}, \dots, x_k)$ - совместная вероятность $x_1, x_2, \dots, x_q, x_{q+1}, \dots, x_k$, тогда м.р.:

$$p_{12\dots k q} (x_1, \dots, x_q) = \sum_{x_{q+1}} \dots \sum_{x_k} p(x_1, \dots, x_k)$$

Непрерывное многомерное распределение:

Если x_1, x_2, \dots, x_k - k непрерывных случайных величин, то $f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ - совместная функция плотности x_1, x_2, \dots, x_k , если:

1. $f(x_1, \dots, x_n) \geq 0$
2. $\int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} f(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n = 1$
3. $P[(X_1, \dots, X_n) \in A] = \int_A f(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n$

Непрерывное маргинальное распределение:

$x_1, x_2, \dots, x_q, x_{q+1}, \dots, x_k$ - k непрерывных случайных величин, $f(x_1, x_2, \dots, x_q, x_{q+1}, \dots, x_k)$ - функция плотности $x_1, x_2, \dots, x_q, x_{q+1}, \dots, x_k$, тогда:

$$f_{12\dots k q} (x_1, \dots, x_q) = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} f(x_1, \dots, x_k) dx_{q+1} \dots dx_k$$

Метод управления тарифами на транспорте общего пользования

Наименование мероприятия	Уровень
1 Постановка целей, задач, принципов	стратегический
2 Создание информационной системы	стратегический
- для пассажиров: опросы, информация, открытость и ясность данных	стратегический
- для субъектов управления: информационная система, обеспечивающая максимум информации, развитие	стратегический
3 Прогнозирование:	стратегический
- выбор метода и модели прогнозирования	тактический
- выбор критериев оптимальности	стратегический
- прогноз затрат, доходов, объемов, субсидий	стратегический
4 Корректировка условий неопределенности прогнозирования (факт/план)	стратегический
- в т.ч. баланс по установлению тарифов / мотивации перевозчика (договор)	стратегический
5 Иные мероприятия по организации, координации, командованию	тактический
- в т.ч. организация работы и мотивация персонала	стратегический
6 Контроль	стратегический

Цель* управления тарифами на транспорте общего пользования

Формирование положительного восприятия тарифов на транспорте и их эволюции как неотъемлемой части мер по привлечению пассажиров с индивидуальными целями поездки на удобный, качественный, быстрый, безопасный, социально доступный, эффективный и развивающийся транспорт общего пользования, встроенный в единую комфортную интерактивную городскую среду

* Пояснения:

- В зависимости от локальных условий могут существовать иные локальные цели
- Индивидуальные цели – любые цели поездки (работа, учеба, поездки на мероприятия и отдых и т.д.)
- Удобный – легко и просто пользоваться, осуществлять оплату и пересадки, открытость
- Качественный – высокое качество техники и высокие технологии, отсутствие дефектов при пользовании
- Социально доступный – доступный для всех категорий граждан
- Эффективный – оптимальное и экономное обслуживание и обеспечение транспорта, содействие привлечению эффективных перевозчиков, эффективное расходование бюджетных средств
- Развивающийся – обновление подвижного состава, развитие инфраструктуры
- Интерактивная городская среда – среда, позволяющая осуществлять инициативы

Задачи управления тарифами на транспорте общего пользования

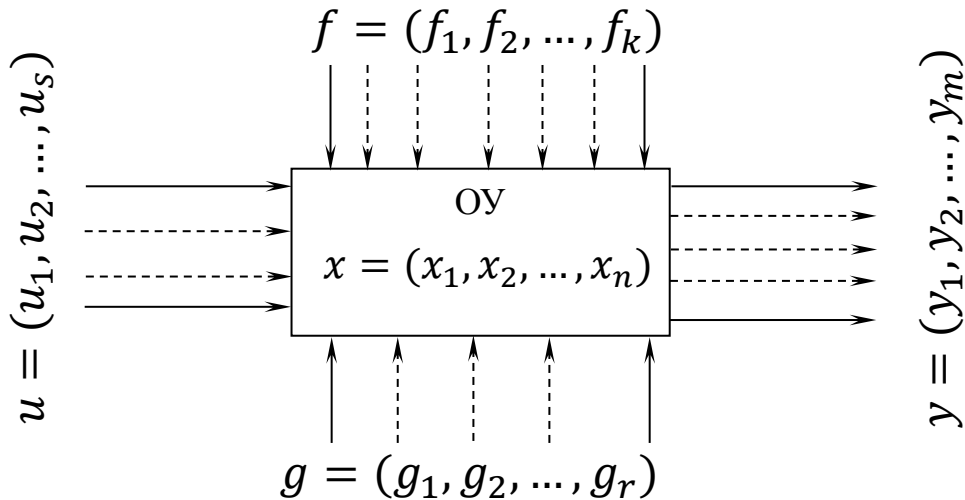
- Постоянное выявление и решение актуальных проблем с использованием интерактивных сервисов (вопросы и ответы, тарифный калькулятор, справочная информация)
- Обеспечение максимально удобного информирования пассажиров
- Обеспечение эволюции (самоорганизации) при прогнозировании
- Формирование критериев и ограничений при прогнозировании
- Оптимизация систем оплаты проезда
- Оптимизация видов билетов и тарифов
- Оптимизация расходов на продажу билетов
- Оптимальные методы прогнозирования
- Обеспечение эффективного развития транспорта

Принципы решения задач по управлению тарифами на транспорте общего пользования

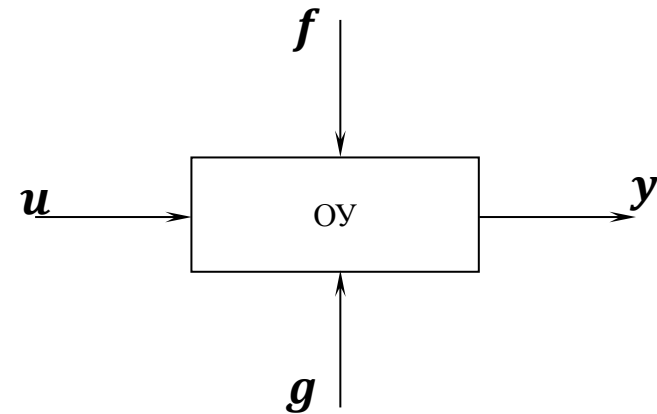
- Постоянное выявление и решение актуальных проблем с использованием интерактивных сервисов
 - Обеспечение максимально удобного информирования пассажиров
 - Обеспечение принципов эволюции (самоорганизации)
 - Формирование критериев и ограничений при прогнозировании
 - Оптимизация систем оплаты проезда
 - Оптимизация видов билетов и тарифов
 - Оптимизация расходов на продажу билетов
 - Оптимальные методы прогнозирования
 - Эффективное развитие
- Интерактивная среда: вопросы и ответы, тарифный калькулятор, справочная информация, опросы
 - Веб-сайт гос. учреждений, пресс-служба, ТВ, радио, интернет, пресса, информация в метро, остановках общественного транспорта, на вокзалах, мероприятия, промоутеры, портал открытых данных
 - Использование моделей, свойственных природе: математическая модель свободы, неокончательных решений (Габор), марковские цепи
 - Простота и комплексность критериев, баланс programming и ad hoc programming
 - Развитие информационных систем
 - Изучение спроса, опросы, исследования
 - Внедрение современных технологий оплаты, билетов на большое количество поездок / большой срок
 - Обеспечение выполнения целей и решение задач
 - Экономия субсидий, улучшение показателей работы

Общий вид управляемой тарифной системы:

Обобщенная схема объекта управления (ОУ)



Обобщенная (векторная) схема объекта управления (ОУ)



u – совокупность управляющих воздействий (изменение тарифов, видов билетов, характеристик билетов)

g – совокупность контролируемых возмущений (нагрузка, помехи, можно измерить, например, изменение численности населения)

f - совокупность неконтролируемых возмущений (нагрузка, помехи, нельзя / трудно измерить)

x - совокупность величин, характеризующих состояние объекта (доли поездок по видам билетов: $0 \leq P(x) \leq 1$)

y – совокупность выходных управляемых величин (доходы, удельные доходы на 1 поездку, критерии качества)

Математическая модель динамической управляемой тарифной системы

в непрерывном времени

$$x(t_{i+1}) = f(t_i, x(t_i), u(t_i), f(t_i), g(t_i))$$

модель с неполной информацией

$$x(t_{i+1}) = f(t_i, x(t_i), u(t_i))$$

модель с полной информацией

$$i = 0, 1, 2, \dots, T$$

в дискретном времени

$$x(t+1) = f(t, x(t), u(t), f(t), g(t))$$

модель с полной информацией

$$\left\{ \begin{array}{l} x(t+1) = f(t, x(t), u(t)), \quad t \in T \quad (1) \\ (x(t), u(t)) \in B(t) \subset X(t) \times U(t) \\ t_0 = t_I, t_N = t_F, \quad (t_I, x(t_I), t_F, x(t_F)) \in \Gamma \\ J(u(t)) \quad (2) \\ M(t, x(t), u(t)) \quad (3) \end{array} \right.$$

модель с полной информацией



Ограничение:
переходим к этой модели

где

$X(t) \times U(t)$

- множества произвольной природы (могут быть разными при разных t)

$N, B(t), \Gamma$

- некоторые заданные множества

$J(u(t))$

- критерий (-и) качества в упрощённой форме (не в виде функционала), в общем виде может быть несколько критериев качества с указанием наиболее весомого и указанием порядка приведения к единому критерию

$M(t, x(t), u(t))$

- функционалы корректировок (неопределённости: Вогельсанга-Финсингера, план/факт: типа «ratchet», и т.д. (договоры г. Москва, Гонг Конг ж.д. транспорт, использование гедонистического ценообразования при наличии нормативной базы)

Математическая модель динамической управляемой тарифной системы на основе цепи Маркова (дополнение, дискретный случай)

Обозначим $x_t = (x_t^1, x_t^2, \dots, x_t^n)$ как вектор, характеризующий доли билетов k -го типа, в период t , $t \in T$ $k \in N$, N – счетное множество

Тогда в 1 периоде x_t уже задан, т.е. x_1 определяется действующими видами билетов, а далее задается цепью Маркова: $\mathbf{p}(\{x_{t+1}\}) = \mathbf{p}(x_1) \prod_{t=2}^T \mathbf{P}_{(t)}(x_t | x_{t-1})$

где $\mathbf{p}_{(t)}(x_t | x_{t-1})$ - матрица переходных вероятностей (в общем виде нестационарна по периодам, т.е. зависит от периода). Далее по формуле (2) получаем результат функционала /

$$\mathbf{P}_{(t)} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix}$$

сравниваем с целевым.

Далее по формуле (3) осуществляем необходимые корректировки, учтенные в функционале, в т.ч.

корректировку ошибок (баланс programming и ad hoc programming).

ВОЗМОЖНЫЕ ОШИБКИ

$$\boldsymbol{\varepsilon}_{(t)} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \dots & \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \dots & \varepsilon_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varepsilon_{n1} & \varepsilon_{n2} & \dots & \varepsilon_{nn} \end{bmatrix}$$

Родственные модели / преимущества и недостатки

Родственные модели:

- Модель авторегрессии 1 порядка
- Модель В.Вольтерры взаимодействия видов
- Копулы
- Вероятностные модели

- **Преимущества и недостатки**
- не требуется точное знание параметров модели: спроса, полезности, и т.д.
- не определяет спрос как гомогенный
- нет ограничений, в т.ч. Одинаковой предельной полезности, а также всех ограничений для задач, решаемых аналитически с помощью Лагранжиана (в т.ч. условие максимизации 2-го порядка)
- неустойчив по Ляпунову (как многомерный процесс), но устойчивость рассмотренных рациональных методов также сомнительна ввиду практически нереальной реализации

Математическая модель динамической управляемой тарифной системы (пример)

Начальное распределение

вектор доли поездок

	1	2	3	4	5
*	1п.	5п.	11п.	1 мес.	ЭК
	0,21	0,19	0,31	0,05	0,24

вектор цены 1 поездки

	1	2	3	4	5
	40	32	29	32	28

ср. цена 1 поездки = 31,79

Матрица переходных вероятностей
(опросы, эксперты)

	1п.	5п.	11п.	1нед	1мес	ЭК
1п.	0,30	-	-	-	-	0,70
5п.	0,30	-	-	0,05	0,05	0,60
11п	0,15	-	-	0,10	0,05	0,70
1нед	-	-	-	1,00	-	-
1мес	-	-	-	-	1,00	-
ЭК	-	-	-	-	-	1,00

Целевой уровень

вектор билетов

	1	2	3	4
*	1п.	1нед	1 мес.	ЭК

вектор цены 1 поездки

	1	2	3	4
	50	32	29	32

Целевой индекс изменения
цены 1 поездки = 1,055

Результат

вектор доли поездок

	1	2	3	4
*	1п.	1нед	1 мес.	ЭК
	0,167	0,04	0,075	0,718

Расчетный индекс
изменения цены 1
поездки = 1,054

ср. цена 1 поездки = 33,52

Пример г. Москвы: цели внедрения тарифного меню / факторы влияния

Начальные цели

- Изменение тарифов должно учитывать инфляцию и индекс роста номинальных доходов населения
- Снижение очередей при покупке билетов в кассах метро и у водителя ТАТ¹
- Устранение ценовых барьеров для интермодальных поездок
- Удовлетворение спроса на современные технологии оплаты проезда
- Снижение затрат на бланки билетов

Цели внедрения новых способов оплаты проезда

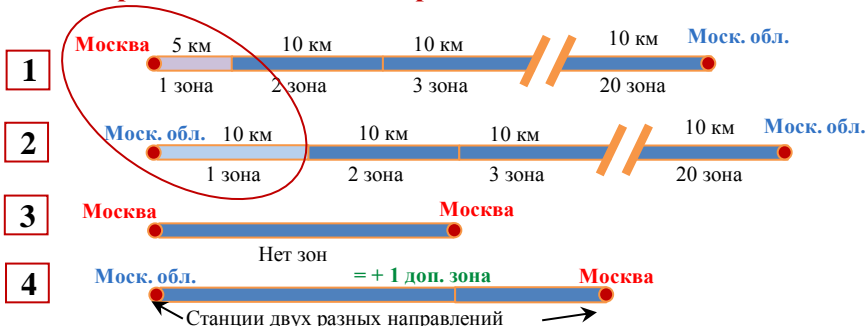
- Удовлетворение спроса на передовые технологии оплаты проезда
- Снижение очередей при покупке билетов в кассе и у водителя ТАТ
- Снижение затрат перевозчиков на дистрибуцию билетов
- Предоставление пассажирам возможности пользоваться универсальными платёжными инструментами доступными по всему миру
- Получение расширенной статистики о поведении пассажиров в следствие перехода от короткой истории поездок по билету к неограниченной во времени истории использования пополняемых носителей

Факторы влияния на цели тарифного меню / предлагаемые решения

- Коммуникации: аргументированность изменений для пассажира, использование благоприятных периодов для изменения, долгосрочность гибкого планирования, позитивные новости сглаживают негативные
- Упрощение билетного меню: максимально разумное сокращение видов билетов
- Доступность билетного меню для всех групп пользователей: с высокой, средней, низкой частотой поездок
- Популяризация новых видов билетов, расширение их сферы обращения с учётом развития новых территорий, МКЖД, ТПУ, метро, LRT, BRT, снижения пробок, кооперации с пригородными поездами
- Содействие развитию новых территорий г. Москвы
- Максимальное освобождение водителя от продажи билетов
- Развитие новых эффективных каналов продаж
- Необходимость роста технических возможностей билетов
- Необходимость мотивации частных перевозчиков

Основные проблемы пригородных ж/д тарифов

Исторически нет единого принципа деления на зоны



Цена билета на 1 поездку не оптимальная

✓ Неравенство с метро/автобусом

19 руб. ж.д. поезд от 0 до 20 км <-> Метро 50 руб. Автобус 40 руб. (и Мос.обл.) ЭК (метро) 30 руб. ЭК (автобус) 29 руб.

✓ Нет скидки за расстояние:

19руб. 380=20зон*19руб.

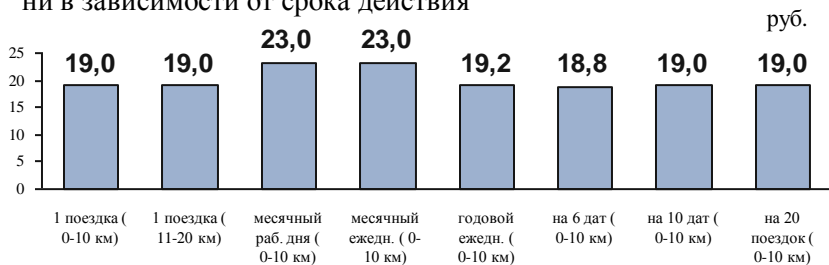
1 зона 2 зона 19 зона 20 зона

Власти субъекта РФ не могут самостоятельно изменить виды билетов:

✓ Виды билетов заданы на федеральном уровне: например, нельзя ввести новый билет на 3 поездки

Скидки на абонементы не упорядочены

✓ ни в зависимости от расстояния,
✓ ни в зависимости от срока действия

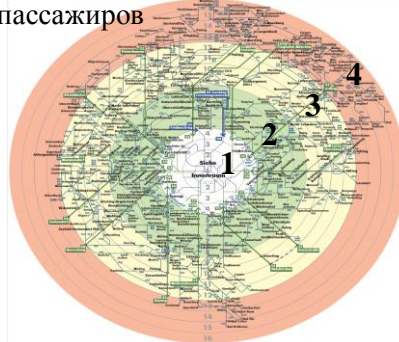


* цены 2015 г.

Мировой опыт

Мюнхен

- 4 зоны, в каждой 4 кольца
- дезонирован ряд билетов
- Билеты «час пик» не для всех категорий пассажиров



Зоны / тип билета	1 поездка	1 день	неделя	месяц	месяц не включая час пик (6-9 утра) ¹	календарная неделя	календарный месяц		
								взрослые	>60 лет
1 кольцо	1 зона	2,7	6,2	14,1	51,6	56	45	9,90	36,10
4 кольцо	2 зона	5,4	8,3	20,3	74,00	76	65	14,20	51,80
5 кольцо								23,20	84,50
8 кольцо	3 зона	8,1	6,2	32,70	119,50	56	45	22,90	83,60
9 кольцо								36,00	131,30
12 кольцо	4 зона	10,8	---	44,80	163,70	---	---	24,20	88,50
13 кольцо								48,20	175,80
16 кольцо	---	---	---	57,80	210,90	---	---	24,20	88,50

¹ с возможностью взять 3 детей своей семьи
19,9 отдельная плата в месяц за возможность ездить в час пик, кроме билетов для 1-16 зон

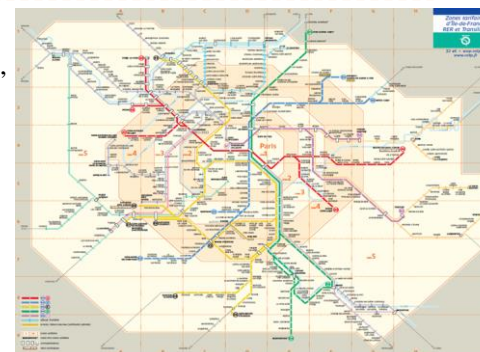
Берлин

- 3 тарифные зоны на расстоянии до 30 км (по 10 км) для ВСЕХ видов транспорта
- A (окружная ж/д)
- B (границы города)
- C (примерно 15 км пригородов + Потсдам, Бранденбург, Франкфурт-на-Одере)
- Группировка тарифов: зона A, AB, ABC



Париж** / вся Франция

- Базовая формула тарифа (T) $T = a + bL$ (SNCF),
- Дифференциация: классы качества (1 и 2 класс), виды абонементов, категории пассажиров (учащиеся и т.д.), виды поездов, время пользования («часы пик»)
- Допускаются локальные условия на ряде направлений (в т.ч. центр Большого Парижа)
- Дезонирование ряда билетов



**Париж: 5 зон, есть локальные тарифы

Расширение модели на ж/д транспорт

- Предложенный метод позволяет осуществлять переход:
 - к новым видам тарифов
 - к иным параметрам тарифной системы (в т.ч. железнодорожным пригородным зонам, с включением дополнительных обоснований по установлению зон)
- С помощью предложенного метода осуществлен проект (не реализован на практике) перехода к единым новым (10-километровым) зонам в г. Москве и Московской области

Приложение: 14 принципов управления (Файоль)

Разделение труда — перепоручение работникам отдельных операций и, как следствие, повышение производительности труда, ввиду того, что персонал получает возможность сосредоточения своего внимания.

Власть и ответственность — право отдавать приказы должно быть уравновешено ответственностью за их последствия.

Дисциплина — необходимость соблюдения правил, установленных внутри организации. Для поддержания дисциплины необходимо наличие на всех уровнях руководителей, способных применять адекватные санкции к нарушителям порядка.

Единоначалие — каждый работник отчитывается только перед одним руководителем и только от него получает распоряжения.

Единство действий — группа работников должна работать только по единому плану, направленному на достижение одной цели.

Подчинённость интересов — интересы работника или группы работников не должны ставиться выше интересов организации.

Вознаграждение — наличие справедливых методов стимулирования работников.

Централизация — естественный порядок в организации, имеющей управляющий центр. Степень централизации зависит от каждого конкретного случая.

Иерархия — организационная иерархия, которая не должна нарушаться, но которую, по мере возможности, необходимо сократить во избежание вреда.

Порядок — определённое место для каждого лица и каждое лицо на своём месте.

Справедливость — уважение и справедливость администрации к подчинённым, сочетание благожелательности и правосудия.

Стабильность персонала — текучесть кадров ослабляет организацию и является следствием плохого менеджмента.

Инициатива — предоставление возможности проявления личной инициативы работникам.

Корпоративный дух — сплочённость работников, единство силы.