

Управление доходами.
Лекции.
ЧЕРНОВИК

Лектор: Фридман Г.М.

Автор конспекта: Курмазов Ф.А.*

27 апреля 2021 г.

Содержание

1	Лекция 1. Введение в управление доходами.	2
1.1	Формулировка задачи.	2
1.2	Общая формулировка задачи определения оптимальной стратегии продаж авиакомпании. . . .	2
1.3	Простейшая модель оптимизации стратегии продаж авиакомпании.	2
2	Лекция 2. Имитационная модель и Пределы бронирования.	4
2.1	Стратегии продаж.	4
2.2	Описание имитационной модели.	4
2.3	Пределы бронирования.	4
2.4	Пределы бронирования.	4
3	Лекция 3. Стохастические модели.	5
3.1	Модель Литтлвуда для пределов бронирования.	5
3.2	EMSRb.	5
3.3	EMSRa.	5
3.4	Stochastic DLP.	5
4	Лекция 4.	6

*f.kurmazov.b@gmail.com

1 Лекция 1. Введение в управление доходами.

1.1 Формулировка задачи.

Управление доходами (англ. Revenue Management) – область исследования операций, занимающаяся преимущественно моделированием и оптимизацией процессов, связанных с оптимизацией поведения производителя товаров/услуг на микро уровне. Основная цель – продажа правильного товара, правильному покупателю, в правильном месте, в правильное время, с целью максимизации роста выручки. Таким образом область сочетает в себе методы оптимизации, математической статистики, микро- и макроэкономики.

Конечно, надо написать первую лекцию. Желательно тому, кто ее писал.

1.2 Общая формулировка задачи определения оптимальной стратегии продаж авиакомпании.

Авиакомпания предлагает на рынке O-D ряд продуктов, каждый из которых представляет собой комбинацию “маршрут-класс билета”, где класс билета – его цена. Спрос на каждый продукт, обычно, предсказывается заранее (вне данной модели), и обычно разбивается на несколько временных интервалов (DCP – data collection periods).

Авиакомпания хочет продавать все продукты таким образом, чтобы получить максимальных доход, учитывая при этом естественные ограничения вроде: заданный общий спрос, цена билетов, вместимость самолетов на рейсах, из которых состоят маршруты. Т.о. авиакомпания хочет найти оптимальную стратегию продаж, основанную на прогнозе спроса, физических ограничениях и реальном потоке запросов/покупателей.

1.3 Простейшая модель оптимизации стратегии продаж авиакомпании.

Заданы:

- Множество рейсов $Flights = [F]^1$
- Множество продуктов авиакомпании $G = [N]$.
- Вектор вместимости рейсов $cap \in \mathbb{N}^F$
- Продукт $i \in G$ состоит из маршрута $Path_i \subseteq Flights$, при чем связного (i.e. путь в графе терминалов), и некоторой стоимости p_i (i.e. класс обслуживания).
- Вектор стоимостей продуктов $p \in \mathbb{N}^N$.
- Вектор спрогнозированного спроса на продукты $d \in \mathbb{N}^N$.

Цель задачи найти $x \in \mathbb{N}^N$ – количество продуктов каждого типа, которое компания разместит на рынке, максимизирующее выручку компании.

Пусть A – матрица $N \times F$, в которой $a_{i,j} = 1$, если i -й рейс входит в j -й продукт (i.e. содержится в нем в качестве маршрута), и $a_{i,j} = 0$ иначе.

¹Здесь и далее, принята нотация $[n] = \{1, 2, 3, \dots, n\}$.

Тогда линейная целочисленная программа соответствующая задаче может быть записана:

$$\begin{cases} p^T x & \rightarrow \max_x \\ A x & \leq cap \\ x & \leq d \\ x \in \{0, 1\}^N \end{cases}$$

2 Лекция 2. Имитационная модель и Пределы бронирования.

2.1 Стратегии продаж.

Шкалу времени можно разбить на периоды по DCP (англ. data collection points/periods) – точкам, в которых компания может принимать управленческие решения.

Главный недостаток детерминированной модели – слабая описательная способность реальной ситуации, и негибкость во времени.

При использовании прогноза на спрос важно знать точность этого прогноза, для анализа эффективности выработанной стратегии.

Возможные стратегии продаж:

- Первый пришел - первый купил (англ. first come first served – FCFS);
- Оптимальная стратегия для одной начальной точки DCP (1DCP);
- Оптимальная стратегия для четырех точек DCP (4DCP);

2.2 Описание имитационной модели.

Для имитации реального процесса продажи билетов можно принять поток запросов распределенным нормально, с параметрами $\mu = k_1 d_{it}$, $\sigma = k_2 \sqrt{d_{it}}$. Где k_1 , k_2 – ошибки прогноза мат. ожидания и ско соответственно.

Для каждого периода и для каждого вида товара можно сгенерировать (имитация) свой поток запросов на покупку. Каждый такой запрос может быть удовлетворен или отклонен, в зависимости от выбранной стратегии.

При каждом удовлетворении запроса требуется поддерживать естественные ограничения (т.е. уменьшать число оставшихся мест на рейсах).

По результату работы имитационной модели можно оценить отношение полученной выручки (в результате выбранной стратегии) к максимальной выручке, доступной при данном потоке требований.

2.3 Пределы бронирования.

Предел бронирования (англ. booking limit) b – количество билетов, которые мы готовы продать в данном ценовом классе.

Пределы бронирования могут быть вложенными и невложенными.

Вложенные пределы бронирования предполагают, что компания готова продать товар меньшей стоимости по стоимости более дорогого товара. Тем не менее, компания заранее “ждет” заданное количество “богатых” покупателей, в связи с чем резервирует для них билеты, и защищает их от покупки по меньшей стоимости.

Уровень защиты y (англ. protection levels) – сколько билетов защищено в данном и более высоких ценовых классах.

Для выбора уровня защиты можно оценивать ожидаемую выручку от k -го билета дорогого класса, и сравнивать ее с ожидаемой выручкой при продаже этого билета по меньшей стоимости, в зависимости от распределения количества заявок на покупку того или иного класса.

2.4 Пределы бронирования.

3 Лекция 3. Стохастические модели.

3.1 Модель Литтлвуда для пределов бронирования.

Пример: при наличии 2-ух классов билетов, и при условии, что спрос на дешевый класс избыточен, можем положить, что спрос на дорогой класс имеет функцию распределения F . Тогда оценить количество мест, которое стоит зарезервировать под дорогой класс можно следующим образом:

$$limit = \max x \mid x \in \mathbb{N} \vee E[P(x)] = p_1 * F(x) > p_2$$

где p_1 p_2 цена на дорогой и на дешевый классы соответственно, $P(x)$ – прибыль от продажи дорогих билетов при пределе бронирования x . **Перепроверить что тут вообще написано, формально.**

3.2 EMSRb.

EMSRb (Expected Marginal Set Revenue).

3.3 EMSRa.

3.4 Stochastic DLP.

$$(DLP) : \begin{cases} f^T x \rightarrow \max \\ Ax \leq cap \\ 0 \leq x \leq \mathbb{E}(\mathfrak{D}) \end{cases} \quad (stochastic DLP) \begin{cases} y_j \in \mathbb{R}_+ & \forall j \in [m] \\ \sum_{j \in S} y_j \leq c_S & \forall S \in \mathfrak{F} \\ 1^T y \rightarrow \max \end{cases}$$

где \mathfrak{D} – спрос (\mathfrak{D}_j – спрос на j продукт – дискретная положительная случайная величина), \mathbb{E} – мат. ожидание, $f \in \mathbb{R}^N$ – вектор цен, $A \in \{0, 1\}^{F \times N}$ – матрица маршрутов, $cap \in \mathbb{Z}^F$ – вектор вместимости, x – переменная, обозначающая объемы продукции.

Мы можем предположить, что нам известен закон распределения $\mathfrak{D}_j \sim F_j$, что эквивалентно тому, что известны $P(\mathfrak{D}_j = s) \forall s \in \{0, 1, 2, \dots\}$.

4 Лекция 4.