

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ТАРИФА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Представлен подход к нахождению оптимальной стоимости информации, предоставляемой автоматизированной системой контроля дислокации вагонов. Установление оптимальной величины стоимости объясняется тем, что необоснованное ее повышение на предоставляемые услуги с целью увеличения прибыли на предприятии может привести к противоположному эффекту – уменьшению спроса на предоставляемую информацию, и как следствие отток клиентов в конкурирующие фирмы. Таким образом, экономически обоснованные тарифы должны отражать как интересы клиентов, так и железнодорожного предприятия.

Ключевые слова: прибыль, расходы, степенная аппроксимация, задача оптимизации.

Функционирование современной системы управления процессом перевозок на любом виде транспорта возможно только благодаря широкомасштабному и повсеместному внедрению комплекса автоматизированных систем и технологий на всех уровнях процесса управления.

Автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП) является общесистемной средой дорожных вычислительных центров (ИВЦ), на ее базе реализовываются и создаются все автоматизированные технологии на железнодорожном транспорте. АСОУП предназначена для создания и поддержания в реальном масштабе времени информационной модели железнодорожных перевозок, обработки информации о перевозочном процессе, а также для прогнозирования и планирования эксплуатационной работы. Данная система отражает данные обо всех основных эксплуатационных событиях с грузами, вагонами, поездами, локомотивами и локомотивными бригадами.

Иркутский информационно-вычислительный центр не стал исключением. Все основные данные в системе информирования клиентов взяты из АСОУП и её подсистем. Система информирования клиентов (АС Информирования) разработана программистами и технологами Восточносибирской железной дороги и, практически, не имеет аналогов на всей сети дорог. Похожие услуги предоставляет Екатеринбургский и Питерский информационно-вычислительные центры, которые также используют АСОУП.

Общая стоимость услуги по предоставлению информации ИВЦ складывается из единовременной платы за подключение к информационному ресурсу и ежемесячной стоимости оказания информационно-вычислительных услуг. При установлении тарифов на эту информацию, необходимо проведение грамотной

* Матлашевская Анна Сергеевна – магистрант, кафедра математики и эконометрики, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, e-mail: 531503@gmail.com.

ценовой политики, так как от нее зависит финансовая стабильность всего железнодорожного предприятия. Влияние на эту проблему оказывает и то, что для значительной части населения расходы на приобретение нужной транспортной информации занимают весомую долю в общих расходах. Необходимо установить такую величину тарифа на предоставляемую информацию, при которой не будет уменьшаться спрос на предоставляемые услуги, и в то же время железнодорожное предприятие будет получать прибыль. Установление оптимальной величины тарифа объясняется тем, что необоснованное повышение стоимости предоставляемых услуг с целью увеличения прибыли на предприятии может привести к противоположному эффекту – уменьшению спроса на предоставляемую информацию, и как следствие отток клиентов в конкурирующие фирмы. Таким образом, экономически обоснованные тарифы должны отражать как интересы клиентов, так и железнодорожного предприятия.

Проанализируем динамику продаж на примере наиболее востребованной информации автоматизированной системы оперативного управления перевозками, с целью выявления наиболее реалистичного прогноза получения прибыли от предоставляемых услуг.

Справка о дислокации вагона по России (Поиск вагонов)

Период	Стоимость услуги при объеме информации за месяц, в рублях, без учета НДС за 1 вагон/контейнер					
	до 10	от 11 до 50	от 51 до 100	от 101 до 200	от 201 до 500	от 501
2007	120	100	46	47	43	37
2008	120	100	46	47	43	37
2009	128	107	49	50	46	40
2010	136	113	52	53	49	42
2011	136	113	52	53	49	42
2012	148	123	65	58	53	46
2013	148	123	65	58	53	46
2014	148	123	65	58	53	46
2015	163	135	72	64	58	51
2016	178	147	78	70	63	56

Для этого используем статистический метод аппроксимации имеющихся данных различными линиями тренда.

Степенная аппроксимация и логарифмическая аппроксимация количества приобретаемой информации автоматизированной системы показывают достаточно высокий уровень достоверности: качество моделей от 76,5 до 91,3 %. Экспоненциальная и линейная аппроксимации показывают также достаточно высокую зависимость между анализируемыми показателями, уровень достоверности от $R^2 = 0,7338$ до $R^2 = 0,814$.

На основании построенных трендов и уравнений регрессии, а также учитывая коэффициенты детерминации, можно сделать вывод, что наиболее достоверно описывает изменение количества приобретаемой информации в Иркут-

ском информационно-вычислительном центре от их стоимости – степенная аппроксимация и логарифмическая аппроксимация, так как они имеют наиболее высокий коэффициент детерминации. Проанализируем степенную аппроксимацию зависимости объема продаж предоставляемых услуг от их стоимости

Стоимость услуги при объеме информации за месяц, в рублях, без учета НДС за 1 вагон/контейнер	Вид аппроксимации	Коэффициент детерминации
до 10 вагонов	$y = 52,315x^{-0,742}$	$R^2 = 0,7839$
от 11 до 50 вагонов	$y = 2,282x^{1,6307}$	$R^2 = 0,8104$
от 51 до 100 вагонов	$y = 27,476x^{1,2669}$	$R^2 = 0,8534$
от 101 до 200 вагонов	$y = 241,82x^{0,8349}$	$R^2 = 0,6902$
от 201 до 500 вагонов	$y = 17,21x^{-1,5522}$	$R^2 = 0,7886$
от 501 вагона	$y = 6,055x^{-1,7856}$	$R^2 = 0,8547$

При функционировании Иркутского информационно-вычислительного центра наиболее актуальной для его руководителя является задача о выборе наилучшей (оптимальной) стоимости предлагаемых услуг, обеспечивающих прибыль Иркутского центра, а это означает прибыль всей компании «Российские железные дороги» в целом. При построении задачи на поиск оптимальной стоимости представляемой информации определим максимальное значение функции прибыли, которая получается, как разность между выручкой и расходами.

Пусть $T > 0$ – стоимость предлагаемой услуги, а $V(T)$ – функция, описывающая зависимость объема продаж от стоимости. С учетом полученных аппроксимаций эта функция будет иметь вид

$$V(T) = AT^B,$$

здесь $A > 0$.

С учетом этой формализации доход представляется выражением $TV(T)$.

Для построения общего вида функции прибыли Иркутского информационно-вычислительного центра рассмотрим, какие расходы могут возникнуть в этой организации:

- 1) удельные расходы R связанные с продажей одной единицы информации (справки) являются постоянной величиной и представляют собой денежные затраты, связанные с предоставлением потребителям одной единицы информации;
- 2) при сборе и сортировке полученной информации требуются постоянные затраты, которые не зависят от ее объема. Обозначим их через C ;

Таким образом, получаем общие расходы, связанные с продажей предлагаемой информации $RV(T) + C$. Тогда функция прибыли будет иметь вид

$$P(T) = TV(T) - (RV(T) + C).$$

Исходя из этого, приходим к задаче на поиск оптимальной стоимости

$$P(T) = TV(T) - (RV(T) + C) \rightarrow \max,$$

$$T_{\min} \leq T \leq T_{\max}.$$

Здесь $T_{\min}$ – минимальная стоимость предлагаемой услуги;

$T_{\max}$ – максимальная стоимость на предлагаемую услугу у другой фирмы.

Для решений задачи (2) будем использовать условия стационарности целевой функции

$$P'(T) = V(T) + TV'(T) - RV'(T) = 0.$$

Отсюда следует

$$(T - R)V'(T) + V(T) = 0.$$

Поскольку

$$V'(T) = ABT^{B-1},$$

то приходим к уравнению

$$(T - R)ABT^{B-1} + AT^B = 0.$$

Отсюда

$$ABT^B - ABRT^{B-1} + AT^B = 0.$$

Следовательно

$$-ABRT^{B-1} + (A + AB)T^B = 0,$$

тогда

$$AT^{B-1}(-BR + T + BT) = 0.$$

Поскольку $AT^{B-1} > 0$, то

$$-BR + T(1 + B) = 0.$$

Отсюда получаем $T_s = \frac{RB}{1 + B}$. Анализируя поведение функции

$P'(T) = AT^{B-1}(-BR + T + BT)$, видим, что знак этой функции справа и слева от точки T^* зависит от того, какой знак имеет выражение $(1 + B)$. Поэтому рассматриваемый случай распадается на два варианта

– если $B > -1$, то для всех $T < T_s$ выполняется неравенство $P'(T) < 0$, а для всех $T > T_s$ выполняется неравенство $P'(T) > 0$. Следовательно, найденное T_s доставляет минимальное значение целевой функции в задаче (2). При этом функция $P(T)$ строго убывает до точки T_s и строго возрастает после точки T_s . Таким образом, решение задачи (2) достигается в точке $T_{\min}$ или $T_{\max}$. Поэтому для нахождения оптимальной стоимости предоставляемой услуги вычислим значение целевой функции в граничных точках отрезка $[T_{\min}; T_{\max}]$. Следовательно, оптимальная стоимость будет иметь вид

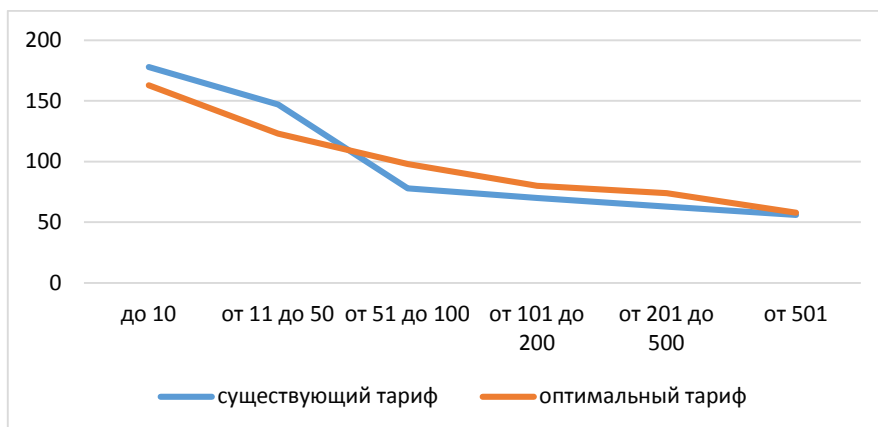
$$T_* = \begin{cases} T_{\min}, & P(T_{\min}) > P(T_{\max}) \\ T_{\max}, & P(T_{\max}) > P(T_{\min}) \\ T_{\min} \vee T_{\max}, & P(T_{\max}) = P(T_{\min}) \end{cases}.$$

– если $B < -1$, то $P'(T) > 0$, для всех $T < T_S$ и $P'(T) < 0$, для всех $T > T_S$. Отсюда вытекает, что оптимальная стоимость на предоставляемые услуги будет иметь вид

$$T_* = \begin{cases} T_{\min}, & T_S < T_{\min} \\ \frac{RB}{1+B}, & T_{\min} \leq T_S \leq T_{\max} \\ T_{\max}, & T_S > T_{\max} \end{cases}.$$

Воспользуемся данными Иркутского информационно-вычислительного центра, чтобы рассчитать оптимальную стоимость информации о дислокации вагона по России.

Стоимость услуги при объеме информации за месяц, в рублях, без учета НДС за 1 вагон/контейнер	Существующая стоимость услуги	Полученная оптимальная стоимость услуги
до 10 вагонов	178	163
от 11 до 50 вагонов	147	123
от 51 до 100 вагонов	78	98
от 101 до 200 вагонов	70	80
от 201 до 500 вагонов	63	74
от 501 вагона	56	58



Сравнение существующей стоимости услуги (по факту) и полученной оптимальной стоимости

Полученные тарифы на предоставляемые услуги позволили при том же объеме продаж увеличить прибыль от предоставления справок по дислокации вагонов Иркутского ИВЦ компании «Российские железные дороги» в полтора раза. Таким образом, предлагаемый подход к поиску оптимальной стоимости предлагаемой информации имеет право на существование.

Список использованной литературы

1. Афанасьев М.Ю. Прикладные задачи исследования операций / М.Ю. Афансьев, К.А. Багриновский, В.М. Матюшок. – М. : ИНФРА-М, 2006. – 352 с.
2. Логинов В.Н. Управленческие решения: модели и методы / В.Н. Логинов. – М. : Издательство «Альфа-Пресс», 2011. – 184 с.
3. Мадера А.Г. Моделирование и принятие решений в менеджменте: Руководство для будущих топ-менеджеров / А.Г. Мадера. – М. : Издательство ЛКИ, 2012. – 688 с.
4. Михалевич В.С. Оптимизационные задачи производственно-транспортного планирования: Модели, методы, алгоритмы / В.С. Михалевич, В.А. Трубин, Н.З. Шор. – М. : Наука, 1986. – 264 с.
5. Резер С.М. Управление транспортным комплексом / С.М. Резер. – М. : Наука, 1988. – 328 с.
6. Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах / В.И. Струченков. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2013. – 320 с.
7. Фадеев Г. Железнодорожный транспорт России: состояние, проблемы, возможности / Г. Фадеев // Экономист. – 1995. – № 12. – С. 3–11.
8. Якунин В.И. Железные дороги России и государство / В.И. Якунин. – М. : Научный эксперт, 2010. – 432 с.