

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ СТОЯНОК

Тарасюк Ю.В.

За последнее десятилетие в центрах крупных городов Российской Федерации проявились два одновременных процесса. Первый - это все более растущее значение центра в экономической, социальной и административной сферах. Второй – доминирование третичного сектора экономики (торговли, культурно-бытовых услуг, коммерции и т.д.), что приводит к тяготению населения и соответственно транспорта в центры городов. В то же время, большинство российских городов имеют плотную исторически сложившуюся застройку и сеть узких улиц, что на фоне растущей автомобилизации весьма ограничивает возможности для парковки. Особенно остро эта проблема стоит в центрах крупных и крупнейших городов.

Самым распространенным решением проблемы нехватки мест для парковки в центральных районах городов является ограничение времени стоянки. Этим исключается блокирование стоянок, предназначенных для посетителей определенных объектов, долго стоящими автомобилями. Кроме того, как известно введение платы за стоянку имеет два положительных момента: в первую очередь это повышение пропускной способности стоянки (за счет увеличения оборачиваемости 1 стояночного места), а во вторую – это одна из значительных статей пополнения городского бюджета.

В России вопрос сбора оплаты за парковку будет еще более актуальным по мере роста уровня автомобилизации населения. Этим и объясняются интерес к данной теме и выполняемые нами исследования в области организации парковки.

В Иркутске, как и в большинстве городов России, размер территорий, отданных под стоянку, не пересматривался уже очень давно, хотя, по данным статистики, уровень автомобилизации уже возрос в 3 – 5 раз за последние 15 лет. Одним из инструментов регулирования спроса на обслуживание в виде получения мест для парковки могут быть сборы оплаты.

При оценке эффективности сбора оплаты необходимо учитывать следующие параметры и характеристики:

1. вместимость стоянки (предоставляемое количество мест);
2. объем услуг (количество автомобилей, пользующихся стоянкой в единицу времени: час, сутки, месяц, год);
3. величину тарифа.

Загрузка стоянки определяется уравнением:

$$N_{год} = 365 \cdot N \cdot k_{об} \cdot k_{неп}^{дн} \cdot k_{неп}^{год}, \quad (1)$$

где $N_{год}$ - объем услуг, то есть количество автомобилей, обслуженных стоянкой в год, ед.; N - количество мест на стоянке, ед.; $k_{об}$ - оборачиваемость 1 стояночного места, ед/сут.; $k_{неп}^{дн}$ - коэффициент дневной неравномерности; $k_{неп}^{год}$ - коэффициент годовой неравномерности.

Оборачиваемость стояночного места определяется как:

$$k_{об} = \frac{T_{сут}}{t_{сп}}, \quad (2)$$

где $T_{сут}$ - количество часов наблюдений за стоянкой в день, ч.; $t_{сп}$ - средняя продолжительность парковки, ч.

Соответственно, коэффициент дневной неравномерности:

$$k_{неп}^{дн} = \frac{N_{сп}}{N_{МАХ}}, \quad (3)$$

где $N_{сп}$, $N_{МАХ}$ - среднее и максимальное количество автомобилей на стоянке, соответственно, ед.

Реальное состояние процесса парковки можно проследить лишь при обследовании. Методика проведения обследований стоянок общеизвестна. Первый вариант заключается в фиксации количества транспортных средств на стоянке через определенные интервалы

времени, что используется при обследовании режимов функционирования стоянок. Второй – в неотрывной фиксации времени въезда и выезда автомобилей со стоянки и предполагает выявление следующих важнейших характеристик работы стоянок: продолжительность паркования (ч.), интервал прибытия автомобилей (ч.), поток транспорта, прибывающего на стоянку (автомобилей/период времени).

Характеристики, полученные в результате обследования, позволяют провести оценку функционирования стоянок. Авторы предлагают разбить ее на две составляющие:

1. оценка по критерию неравномерности загрузки стоянки;
2. оценка, основанная на критериях теории массового обслуживания.

Как известно, заполнение стоянки неравномерно в течение дня. Поэтому, параметр неравномерности наполнения стоянок является важной количественной и качественной характеристикой их функционирования и представляет интерес с теоретических и практических позиций, так как может быть использован в расчетах. Кроме того, процесс паркования носит случайный характер, и его можно описать вероятностными математическими моделями. Стоянка является многоканальной системой массового обслуживания с отказами и позволяет произвести расчет показателей, приведенных в табл. 1.

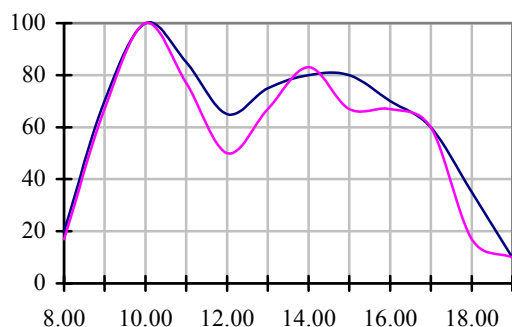
В течение нескольких лет Иркутским Государственным Техническим Университетом проводились исследования паркования, которые позволили получить следующие результаты.

Результаты исследований загрузки стоянок позволили утверждать о влиянии объекта на режим работы стоянки. К примеру, на стоянках у административных объектов наблюдается наличие двух «пиковых» периодов загрузки (рис. 1а); на стоянках у торговых объектов - наличие одного, довольно продолжительного периода (рис. 1б). Режим работы объекта также влияет и на продолжительность паркования автомобилей. Кроме этого, на данный параметр влияют суммарная емкость объектов посещения и их величина. Количество объектов в пределах пешеходной доступности, половой признак и т.д.

Для анализа продолжительности паркования был введен новый термин – «пик» средней продолжительности паркования – период времени, в который наблюдаются «пиковые» значения средней продолжительности паркования в зависимости от времени приезда автомобилей на стоянку (рис.2). Анализ показал, что:

- наличие таких периодов, в основном, в утренние часы дня;
- несовпадение «пиковых» периодов загрузки с «пиковыми» периодами средней продолжительности паркования. Иначе говоря, при полной загрузке стоянки наблюдаются довольно низкие значения продолжительности паркования, и наоборот.

а)



б)

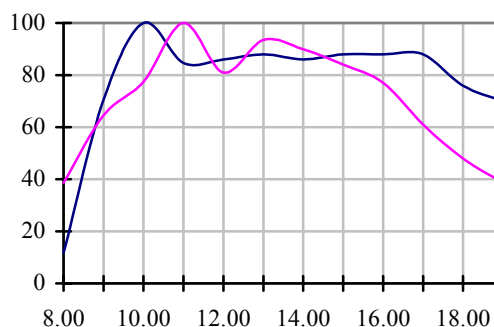
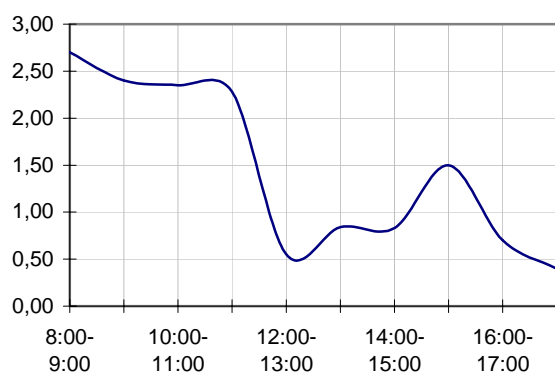


Рис.1 Режимы функционирования стоянок у а) административных зданий; б) торговых центров

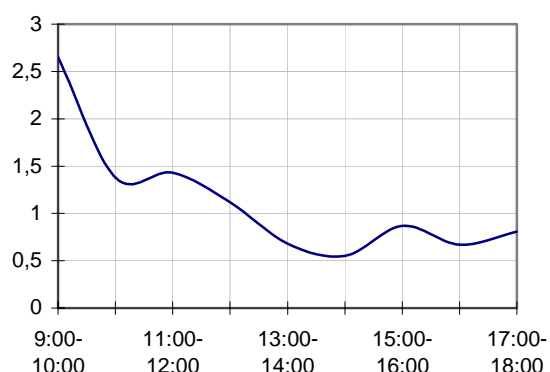
Расчет показателей эффективности работы стоянки

Наименование показателя	Путь нахождения или расчет показателя
Показатели эффективности работы стоянки	
абсолютная пропускная способность стоянки	$A = \lambda(1 - p_{отк}).$ (4) где λ_i - интенсивность входящего потока, ед/ч.
относительная пропускная способность стоянки	$q = 1 - p_{отк}.$ (5)
Показатели качества обслуживания автомобилей	
средняя продолжительность периода занятости стоянки	$t_{p0} = \frac{\bar{T}_{об}}{n};$ (6) где n - количество мест на стоянке, ед.
показатель нагрузки системы	$\rho = \frac{\bar{T}_{об}}{\bar{T}};$ (7) где \bar{T} - средний интервал прибытия на стоянку автомобилей, ч.
средняя продолжительность парковки	$\bar{T}_{об} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n};$ (8) где t_i - продолжительность парковки i автомобиля при i равной от 1 до n
вероятность отказа автомобилю в парковании	$p_{отк} = \left(\frac{p^n}{n!}\right) p_0;$ (9) где p_0 - вероятность того, что стоянка не занята
вероятность принятия автомобиля на стоянку	$q = 1 - p_{отк}.$ (10)
среднее число автомобилей, находящихся на стоянке	$\bar{k} = \rho(1 - p_n).$ (11)

а)



б)

Рис.2 Изменение средней продолжительности парковки на стоянках у:
а) административных зданий; б) торговых центров

Для параметра дневной неравномерности загрузки стоянок был получен ряд из 46 значений, статистическая обработка которого дала логарифмически нормальное распределение (рис.3). Была предложена группировка значений на 3 квантили по 25, 50 и 25%. В соответствии с данной разбивкой получены 3 группы стоянок:

1. $k_{\text{НЕР}}^{\text{ДН}} = 1,19 - 1,46$ – это стоянки с высокой степенью эффективности работы;
2. $k_{\text{НЕР}}^{\text{ДН}} = 1,46 - 1,80$ - стоянки переходной группы
3. $k_{\text{НЕР}}^{\text{ДН}} = 1,80 - 2,22$ - стоянки с низкой степенью эффективности работы.

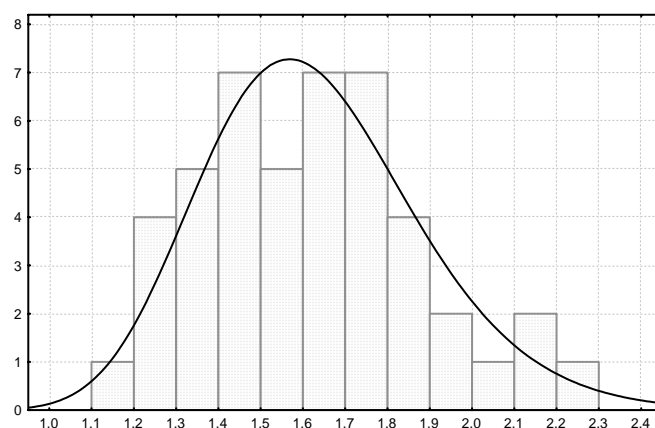


Рис.3 Логнормальное распределение коэффициента дневной неравномерности

В зависимости от критерия неравномерности загрузки, можно оценить работу этих стоянок. Кроме того, к ним применимы различные варианты введения оплаты за паркование. К примеру, можно утверждать, что стоянки, входящие в 1 группу, и имеющие равномерную загрузку в течение дня, считаются востребованными большей частью населения. А значит, применение экономического инструментария на данных стоянках является целесообразным и обоснованным.

Стоянки 2 группы, представляют собой переход от 1 к 3 группе. Охарактеризовать такие стоянки можно так: загрузка стоянки неравномерна, однако, довольно высокие значения коэффициента дневной неравномерности говорят о востребованности стоянки определенными категориями пользователей и «пиковой» загрузкой в определенные часы дня. Тактика введения оплаты на таких стоянках, может предусматривать применение данного инструментария в «пиковые» периоды.

Стоянки 3 группы, представляют собой наименее устойчивую загрузку в течение целого дня, работу их можно оценить как неудовлетворительную. Это значит, что ввод сбора оплаты на таких стоянках наименее желателен. Так как подобными действиями можно сократить до минимума, и так сильно колеблющийся спрос.

Инструментарий теории массового обслуживания (табл. 1) предполагает наличие потока требований на входе в систему, распределенных согласно закону Пуассона (рис.4), то есть должны соблюдаться условия стационарности, ординарности и отсутствия последствия. Время обслуживания заявки - подчинено показательному закону (рис.5). В соответствии с результатами обследований (рис.1-2), механизм теории массового обслуживания применен в следующие временные периоды: 1-среднедневной; 2-«пиковый» период загрузки стоянки; 3-«пиковый» период средней продолжительности паркования.

Анализ характеристик системы в данные периоды показал, что:

- повышение значений средней продолжительности паркования в 3 периоде;
- увеличение значений среднего интервала прибытия автомобилей на стоянку во 2 периоде;
- значительные увеличения вероятности отказа в парковании в 3 периоде.

Это же подтверждает оборачиваемость 1 стояночного места, изменяющаяся в среднем от 1,3 мест/час в 3 периоде до 4,1 мест/час во 2 периоде на крупных стоянках.

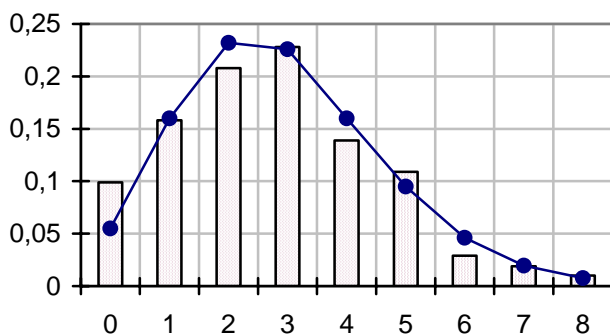


Рис.4 Теоретические и экспериментальные распределения потока автомобилей, прибывающего на стоянку у торгового центра

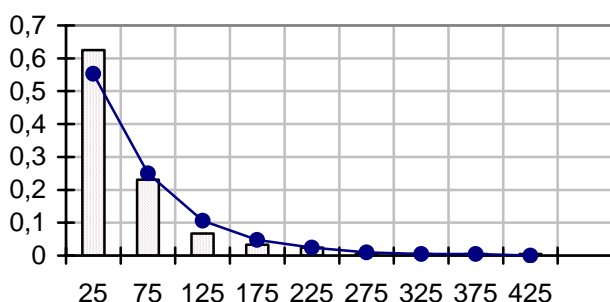


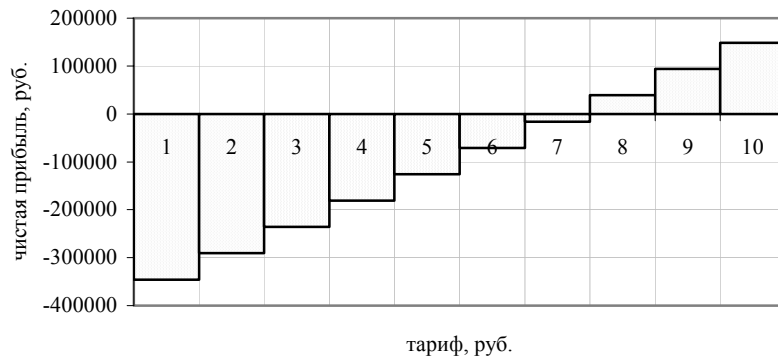
Рис.5 Теоретические и экспериментальные распределения продолжительности парковки автомобилей на стоянке у торгового центра

В результате стало возможным проследить изменения величины тарифа за пользование стоянкой при известном значении средней продолжительности парковки (рис. 6).

В соответствии с результатами наших исследований, можно сделать следующие выводы:

1. предложенная формула расчета объема услуг (1), предоставляемых стоянкой для парковки, позволяет, используя данные натурных обследований, рассчитать этот параметр для различных стоянок;
2. режим загрузки стоянки зависит, главным образом, от типов объектов, которые обслуживает стоянка, и режимов их работы;
3. коэффициент дневной неравномерности (загрузки стоянок) варьируется в пределах 1,19 – 2,22, низкие значения этого коэффициента характерны для стоянок с более высокими значениями средней продолжительности парковки (25 - 30 % автомобилей паркуются на срок более 2 часов);
4. сезонный коэффициент неравномерности в условиях Иркутска составляет 0,93;
5. анализ параметра средней продолжительности парковки показал, что, в зависимости от времени приезда, пользователей стоянки можно разбить на несколько категории, каждая из которых имеет свое значение продолжительности стоянки;
6. анализ позволил утверждать, что в периоды максимальной загрузки стоянки наблюдается довольно низкая средняя продолжительность парковки, и, наоборот, в «пиковые» периоды средней продолжительности парковки – стоянка заполнена не полностью;
7. параметр дневной неравномерности работы стоянок имеет логарифмическое распределение, что было подтверждено экспериментально.
8. оценка по параметр дневной неравномерности позволила разделить стоянки на 3 группы: с высокой степенью эффективности работы ($k_{HEP}^{ДН} = 1,19 - 1,46$); переходную группу ($k_{HEP}^{ДН} = 1,46 - 1,80$); с низкой степенью эффективности работы ($k_{HEP}^{ДН} = 1,80 - 2,22$);

а)



б)

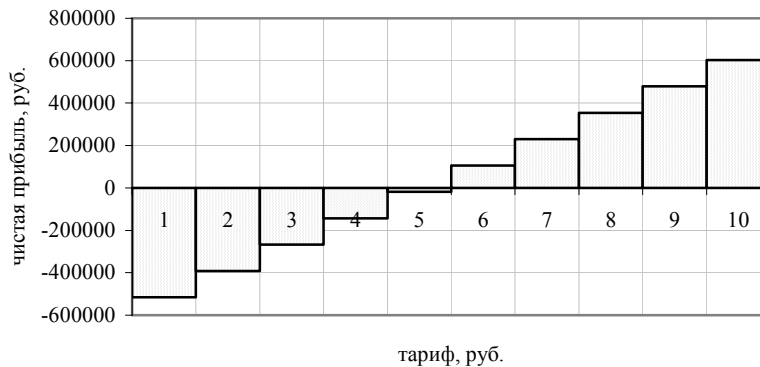


Рис.6 Влияние величины тарифа на прибыльность: а) стоянка у административного здания $t_{cp} = 2,1$ ч., б) стоянка у торгового центра $t_{cp} = 1,1$ ч.

Оценка эффективности выполнялась по критериям теории массового обслуживания и следующим характеристикам: абсолютной и относительной пропускным способностям, вероятности принятия заявки к обслуживанию (вероятности получения отказа), среднему количеству занятых мест. На основе оценки эффективности введения оплаты за паркирование получены следующие результаты:

- размер тарифов, при которых сбор оплаты за паркирование экономически эффективен, зависит от типа паркирования (т.е. от средней продолжительности паркирования);
- соотношение таких тарифов для стоянок с краткосрочным паркированием (преобладающая продолжительность паркирования до 1,5 ч.) 3—6 рублей, с долгосрочным паркированием (преобладающая продолжительность паркирования более 2 ч.) 8 рублей и выше.

Разработана методика оценки функционирования стоянок, включает в себя следующие составляющие:

- оценка по критерию неравномерности загрузки стоянки;
- оценка, основанная на критериях теории массового обслуживания.

Несмотря на высокие показатели стоимости арендной платы за землю, сборы за паркирование экономически эффективны. По нашим расчетам в текущих ценах (2003 года) в условиях центра Иркутска прибыльными являются тарифы, начиная с величины 8 рублей. По результатам наших исследований и экономических оценок сборы за паркирование могут служить дополнительным эффективным источником пополнения муниципального бюджета. В этой связи, представляется целесообразным организовать систему муниципальных стоянок. Получаемые в результате средства должны быть направлены на совершенствование транспортной инфраструктуры, в первую очередь, на обустройство улично-дорожной сети (дорожные знаки, разметка, оборудование).