



УДК 05.22.10

© *Е. Ю. Науменко, 2011*

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТОЯНОК

Науменко Е. Ю. – асп. кафедры «Организация перевозок и дорожного движения», тел. 8-918-551-15-55, e-mail: neon29@mail.ru (РГСУ)

В результате экспериментальных исследований получены характеристики транспортных потоков и параметры парковочных процессов. Разработаны факторные и регрессионные модели оценки потребности спроса на парковку. Выделены наиболее существенные независимые факторы загрузки парковки и привлекательности парковки. Выполнен расчет факторов по значениям переменных, на основе которого получена классификация различных сценариев функционирования парковок с учетом вместимости парковки. Разработана имитационная модель прогнозирования парковочных процессов, с использованием различных типов вероятностных распределений с заданной функцией плотности. Выявлены особенности вероятностных распределений времени парковки при изменении продолжительности парковки. Предложенные модели могут быть использованы для расчета вместимости различных типов парковок.

The experimental investigation of regularities in parking operations has provided parameters of traffic and parking processes. Factor and regression models of assessment of requirement for parking are designed. Prediction of factors is made on whose basis classification of various parking operation scenarios is carried out with consideration for parking capacity. An imitation model of forecasting parking processes is developed. Features in probabilistic distributions of parking time with variation of parking time duration are found. The models proposed can be utilized to predict capacity of various parking types.

Ключевые слова: система, алгоритм, парковка, спрос, движение, анализ, процесс, УДС, стоянка, информация, паркинг.

Особенностью развития транспортных систем на современном этапе является преобладание интеграционных тенденций, создание сложных систем, включающих системы управления движением, транспортные информационные системы, системы управления парковками, которые функционируют на единой информационной базе. Этот процесс интеграции объективно приводит к повышению эффективности управления движением, однако одновременно необходимо реально создать условия для оптимального взаимодей-

вия этих систем, учесть влияние факторов внешней среды и обеспечить системную интеграцию.

Процессы интеграции в настоящее время определяют и условия функционирования улично-дорожной сети крупных городов. Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что эффективность транспортных систем городов может быть значительно повышена за счет внедрения комплексных систем управления в дорожно-транспортном комплексе. В целом ряде крупнейших городов в течение длительного периода времени формировались комплексные системы управления на транспорте. В конечном счете, эти системы стали основой для создания интеллектуальных транспортных систем, которые позволили разработать рациональные структуры управления, создать единые информационные базы данных, оптимизировать размещение объектов транспортной инфраструктуры и обеспечить эффективное выполнение функций по управлению парковками. В основе создания эффективной системы информационного обеспечения транспортных систем лежит постоянное формирование и актуализация различных баз данных. В частности, особое значение имеет наличие в системе актуальной информации о параметрах транспортного потока: его интенсивности, скорости и времени поездки, информации о движении общественного транспорта, информации о чрезвычайных ситуациях и ДТП, а также информации о занятости стоянок и паркингов. Дорожная информация аккумулируется и обрабатывается с помощью специализированных программно-аппаратных комплексов. В основе определения характеристик транспортного потока лежит система детектирования, предусматривающая использование электромагнитных радиолокационных, видео- и иных видов детекторов [2]. Источником информации о движении общественного транспорта является база данных пространственно-временных характеристик движения подвижного состава, формируемая с помощью средств спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS (рис. 1).

Информация о чрезвычайных ситуациях и ДТП поступает в специализированные центры обработки данных главным образом через средства наружного видеонаблюдения. Кроме того, существует возможность определять возникновение чрезвычайной ситуации аналитически, путем динамической оценки параметров транспортного потока на конкретном участке УДС.

Информация о занятости парковочных мест на стоянках и паркингах, получаемая с помощью датчиков присутствия, различными способами распределяется между существующими информационными ресурсами в целях наиболее эффективного ее использования.

Основой функционирования ИТС является комплексное использование информации, генерируемой во всех перечисленных подсистемах. Алгоритмы, участвующие в выработке управляющих воздействий в каждой из подсистем ИТС, используют всю совокупность имеющейся в системе информации [4].

Анализ условий функционирования транспортных систем крупных городов показывает, что подвоз товаров и выполнение погрузочно-разгрузочных



операций является одной из главных причин, создающих транспортные проблемы в центральном деловом районе города.

Доставка грузов и парковка транспорта взаимосвязаны, и обычно эти виды транспортного сервиса конкурируют при использовании одних и тех же объектов транспортной инфраструктуры. Зачастую это приводит к снижению эффективности всего транспортного процесса.

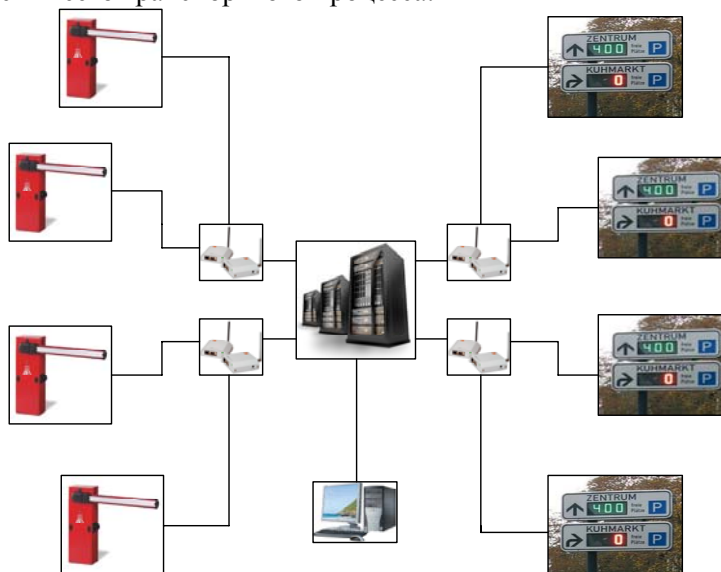


Рис. 1. Схема организации информационного обеспечения парковочного пространства

Создание эффективной системы контроля доступа к зонам деловой активности возможно только в рамках единой интеллектуальной транспортной системы – в частности, путем автоматической идентификации входящих и исходящих транспортных средств по номерным знакам, использования электронных меток, средств видеонаблюдения с цифровой обработкой целевых параметров, электронных систем оплаты проезда в безостановочном режиме и т. д. Кроме того, существует необходимость передачи информации о наличии свободных парковочных мест потенциальным пользователям [3].

Алгоритм оценки качества функционирования системы управления парковочным пространством приведен на рис. 2.

Целесообразность размещения парковочного терминала можно определить по минимуму затрат на поездку и парковку для всей совокупности пользователей с учетом матрицы корреспонденций, и в общем виде этот подход формулируется следующим образом:

$$f(c) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\tilde{n} \in R^n,$$

при ограничениях $g_i(c) \leq 0, i = 1, \dots, m,$

где: f – целевая функция оптимизации.

Чтобы определить оптимальное распределение парковок на территории города, необходимо сравнить общие издержки C с особенностями оптимизации для индивидуальной поездки по уравнениям.

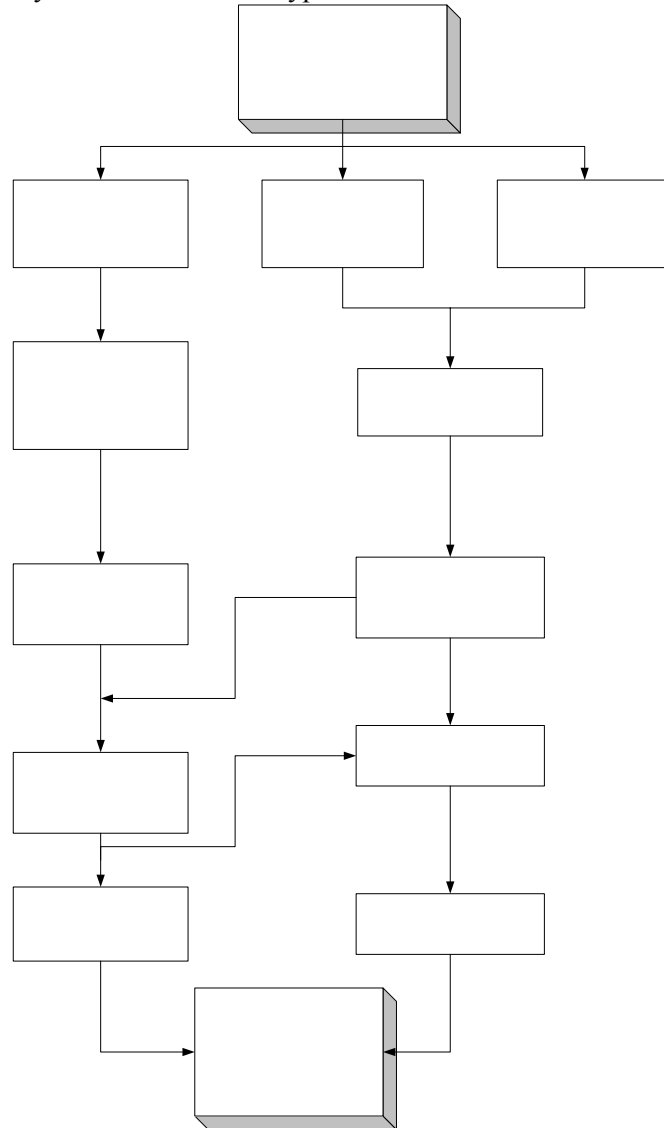


Рис. 2. Алгоритм оценки качества функционирования системы управления парковочным пространством

Эта задача может быть сформулирована следующим образом:



$$C = \min_{s_{pt}^1, s_{pt}^2, \dots, s_{pt}^p} C(s_{pt}^1, s_{pt}^2, \dots, s_{pt}^p), \quad (2)$$

где: s_{pt}^i – расстояние от центрального делового района, на котором общая цель функционирования системы управления парковками состоит в минимизации общих транспортных издержек при организации дорожного движения и перевозок на улично-дорожной сети города от центра города, где $s_{pt}^i = 0$ до его границ [1, 6].

Поэтому функцию оптимизации можно раскрыть следующим образом:

$$C = \min_{s_{pt}^1, s_{pt}^2, \dots, s_{pt}^p} \int_0^{s_f} \left[V_{pt}(x) C_{pt} + \sum_{i \in V_{pt}(x)} C_{pt}^i + (V(x) - V_{pt}(x)) C_{pr} (V(x) - V_{pt}(x), n_{pt}(x)) + \delta(x) n_{pt}(x) + \sum_{i \in V_{pt}(x)} \delta^i C_{ip} (n_{pt}(x)) \right] dx, \quad (3)$$

где: s_f – расстояние от центра города до периферийных пунктов; n_{pt} – число участников движения, совершающих мультимодальную поездку и пользующихся стоянкой в точке x .

Таким образом, применение исследованных моделей позволит разработать методы оптимизации при создании системы парковок на улично-дорожной сети. Основными преимуществами является комплексное рассмотрение проблемы с учетом параметров улично-дорожной сети и транспортных потоков, маршрутов общественного транспорта, корреспонденций между районами города.

Спрос, основанный на доверии, является основным критерием привлечения персональных и корпоративных клиентов – предпринимателей, транспортных и сервисных операторов, предприятий общественного транспорта. Высокая степень доверия к тому, что решения, принимаемые системой управления автомобильными стоянками, являются адекватными не только в глазах отдельных клиентов, но также у органов власти и деловых кругов, достигается системным подходом к развитию и функционированию системы. Для того чтобы иметь спрос у клиентов, система управления автомобильными стоянками должна:

1. Обеспечивать качественный многофункциональный сервис.
2. Базироваться на сотрудничестве частного предпринимательства и государственных структур.
3. Обеспечивать взаимодействие с существующими системами и снижение рыночного риска при внедрении новых систем.
4. Обеспечивать простоту и легкость работы для всех пользователей, которые взаимодействуют с системой.
5. Обеспечивать надежность в любых ситуациях.
6. Принимать последовательные и непротиворечивые решения.

7. Доказывать эффективность принимаемых решений.

Функциональный состав деятельности систем управления автомобильными стоянками должен соответствовать требованиям следующих основных групп пользователей:

1. Организаций, обеспечивающих жизнедеятельность населения.
2. Индивидуальных пользователей.
3. Квалифицированных системных операторов.

Пользовательский интерфейс системы должен быть таким, чтобы различные группы пользователей имели возможность быстро и легко решать свои задачи. Это выдвигает следующие требования к гибкости системы:

1. Возможность эволюции от простого к более сложному уровню архитектуры и функционирования системы.
2. Возможность использования современных технологий и технических средств в рамках существующей архитектуры системы, приспособленность систем к расширению уровня взаимодействия, интеграции, повышению их качества.
3. Адаптация к работе в различные временные периоды.
4. Обеспечение интеграции существующих или предлагаемых систем и подсистем с учетом максимальной эффективности этих процессов.

В целом система управления автомобильными стоянками и система доступа к зонам активности могут эффективно работать только в качестве подсистем ИТС. При этом эффективность системы обеспечивается следующими качествами:

1. Низкой начальной стоимостью.
2. Повышением качества услуг, оказываемых в транспортной системе, организацией интермодальных и мультимодальных перевозок, стимулированием использования общественного транспорта.
3. Формированием и актуализацией баз данных для использования другими управляющими и сервисными системами в городе.
4. Возможностью получения прибыли путем продажи информации как коммерческого продукта.
5. Наличием возможностей влияния на поведение участников движения.
6. Улучшением состояния окружающей среды.

Все эти принципы были использованы при реализации многих международных проектов по развитию транспортных систем крупных городов [4].

При проектировании систем обслуживания особое значение имеет достоверное представление процесса управления и анализ условий функционирования. Исследование основных принципов, применяемых при управлении системой парковочного пространства, принято рассматривать с точки зрения двухуровневого подхода.

На макроуровне рассматривается задача разработки условий функционирования парковочного пространства города как части сложной транспортной системы муниципального и регионального уровней. В этой макросистеме управление системой стоянок и паркингов – одна из подсистем наряду с под-



системами управления дорожным движением, управления общественным транспортом, информационного обеспечения и др.

На микроуровне каждый объект парковочного пространства рассматривается как отдельная микросистема, подчиненная общей системе управления.

Оценка качества функционирования системы управления парковочным пространством выполняется на основании данных, поступающих в режиме реального времени, а также данных за предыдущие отчетные периоды. Целевым показателем эффективности функционирования системы управления парковочным пространством является занятость паркингов.

В целом проектирование системы управления парковочным пространством в городе базируется на установлении спроса и предложения на рынке транспортных услуг, объективной оценке мобильности и объемов корреспонденций между основными зонами города [7], причем уровень спроса на грузовой и пассажирский транспорт необходимо дифференцировать.

Для устранения противоречий между целями функционирования различных компонентов и участников системы необходимо разделить социально необходимые и коммерческие виды деятельности. Факторы, которые должны учитываться при этом: сокращение штатной численности различных структур; снижение стоимости; сокращение затрат; стимулирование расширения функционального состава деятельности.

В дальнейшем, при переходе системы управления в собственность или оперативное управление коммерческих организаций, основная задача состоит в обеспечении заданного уровня сервиса для органов государственного и муниципального управления, частного бизнеса, индивидуальных потребителей, а также в определении условий сохранения государственного или муниципального контроля над информационным обеспечением системы управления.

Анализ алгоритмов функционирования систем управления и, в частности, тарифной политики, должен быть направлен на определение финансовых показателей системы, тарифов на различные виды услуг, бюджетирование системы.

Рассмотренная концепция комплексного подхода при планировании, построении и развитии систем управления парковочным пространством в городах позволяет оптимизировать материальные, финансовые, информационные ресурсы, обеспечить положительную динамику процессов, предусмотреть возможность гибких естественных изменений системы при изменении параметров внешней среды.

Библиографические ссылки

1. *Вентцель Е. С., Овчаров Л. А.* Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1991.
2. *Беленький А. С.* Исследование операций в транспортных системах: Идеи и схемы методов оптимизации и планирования. – М.: Мир, 1992.



3. *Клинковштейн Г. И.* Организация дорожного движения: Учебник / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001.
4. *Кочерга В. Г., Зырянов В. В., Коноплянко В. И.* Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении / Ростовский гос. строительный ун-т. – Ростов-на-Дону, 2001.
5. *Стенбринк П.* Оптимизация транспортных сетей / Пер. с англ.; под ред. В. Н. Лившиц. – М.: Транспорт, 1981.
6. *Verhoef E., Nijkamp P., Rietveld P.* The Economics of Regulatory Parking Policies: The (Im)possibilities of Parking Policies in Traffic Regulation (1995) // Transportation Research – A 29A.
7. *Пугачев И. Н., Володькин П. П.* Разработка методов рационального развития систем городского пассажирского транспорта в условиях рынка и конкуренции // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – № 2 (17). – 2010.