

DOI: 10.15593/2409-5125/2016.02.02

УДК 711.4. 51-74

С.В. Максимова, В.С. ПорталоваПермский национальный исследовательский
политехнический университет**Д.Ю. Шульц**

ЗАО «ПРОГНОЗ», Пермь

**РАСЧЕТНЫЙ МОДУЛЬ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
НА БАЗЕ PROGNOZ PLATFORM ДЛЯ ОЦЕНКИ
ПАРКОВОЧНОЙ ЕМКОСТИ ОБЪЕКТОВ**

Активная поддержка муниципальными властями размещения объектов коммерческого и административного назначения в первых этажах зданий, выделение земельных участков под торговые и торгово-развлекательные центры в сложившейся застройке с высокой плотностью населения в совокупности с резким ростом автомобилизации обострили проблему организации парковок во всех крупных городах. Причинами сложившейся ситуации являются игнорирование реальной оценки потребности таких объектов в парковочном пространстве и несовершенство расчетной базы.

Описывается расчетный модуль информационно-аналитической системы (ИАС) на основе VI-платформы «Prognoz Platform», предназначенный для расчета потребности в парковочном пространстве объектов различного функционального назначения. Для разработки модуля изучались отечественные и зарубежные методики расчета и соответствие между расчетной и реальной емкостью парковочного пространства на примере торгово-развлекательного комплекса «Семья» в г. Перми площадью более 80 000 м². Представлены результаты мониторинга загрузки парковки у торгово-развлекательного комплекса в течение суток. Приведена структура расчетного модуля, а также алгоритм расчета, перечень целевых функций и параметров для расчета, интерфейс решения задачи в информационно-аналитической системе.

Ключевые слова: парковочная емкость, многофункциональный торговый центр, площадь парковки, парковочный коэффициент.

Активная поддержка муниципальными властями размещения объектов коммерческого и административного назначения в первых этажах зданий, выделение земельных участков под торговые и торгово-развлекательные центры в сложившейся за-

стройке с высокой плотностью в совокупности с резким ростом автомобилизации обострили проблему организации парковок во всех крупных городах [1].

Одна из причин – игнорирование реальной оценки потребности таких объектов в парковочном пространстве, с одной стороны, и несовершенство расчетной базы – с другой. Поэтому зачастую в процессе эксплуатации объекта определенное проектом количество мест не совпадает с реальным: парковки переполнены, близлежащая улично-дорожная сеть, тротуары и дворы жилых зданий заполнены автомобилями. Жильцы окружающих домов борются с автомобилистами с помощью заборов и шлагбаумов.

Исправить сложившуюся ситуацию можно при помощи доказательного обоснования, которое убедит и городскую власть, и застройщиков подходить к выбору земельных участков для строительства более тщательно. Таким обоснованием может стать работа системы поддержки принятия градостроительных решений в муниципальных и региональных органах власти.

Различные системы поддержки принятия градостроительных решений уже существуют во всех развитых странах мира [2–4]. Система Urban Decision Room (UDR) используется в Нидерландах в практике городского планирования, обеспечивая принятие решений с участием властей, девелоперов, общественных сообществ и т.д. [5].

Целью данной работы является совершенствование системы поддержки принятия решений на основе информационно-аналитической системы (ИАС) на базе Prognoz Platform [6] с помощью модуля для решения задач, связанных с расчетом потребности в парковочном пространстве объектов различного функционального назначения.

Для разработки модуля изучены различные методики расчета и соответствие между проектной и реальной емкостью парковочного пространства на примере крупного торгового объекта.

Существуют различные подходы к расчету требуемого количества машино-мест (далее – парковочная емкость) на открытой парковке.

Советские нормы расчета, которые в условиях малого уровня автомобилизации своего времени в основном предлагают проектировать автомобильные парковки вместимостью 50–300 машино-мест для обслуживания отдельных зданий и сооружений или

их групп [7], используются проектировщиками до сих пор (СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89*, утвержденная приказом Министерства регионального развития РФ от 28 декабря 2010 г. № 820), отчасти из-за недостатка статистических исследований, актуализированных методик и средств визуализации результатов, позволяющих в доступной и понятной форме убедить девелопера в необходимости учитывать закономерности пространственного планирования в городах с высоким уровнем автомобилизации.

Наиболее часто предлагается методический подход, основанный на удельных показателях числа парковочных мест на единицу площади объекта. Такой подход, например, закреплен нормативным градостроительным документом в Москве (МГСН 1.01–99 «Нормы и правила проектирования, планировки и застройки г. Москвы»). В данном случае учитываются: размер торговой площади, специализация магазина, равномерность спроса и посещения магазина, удаленность от жилых или офисных районов, станций и путей движения общественного транспорта [8].

Существует также методика определения парковочной емкости объекта в зависимости от ориентировочного количества посетителей [9], согласно которой площадь парковки у торгового объекта рассчитывается на максимальное количество посетителей, которое объект может обслуживать одновременно.

В международной практике требуемое количество парковочных мест определяется на основе удельных величин или установленного нормативами (codes) парковочного индекса (parking ratio, parking index) [8]. При этом требуемое значение парковочной емкости для многофункциональных объектов складывается из потребности в парковках каждого объекта, входящего в его состав.

В данном исследовании на примере крупного торговоразвлекательного комплекса (ТРК) «Семья» была проведена сравнительная оценка реальной заполняемости парковки с данными, полученными расчетным путем.

Для выбора объекта исследования использовались следующие критерии:

- 1) типичное расположение в структуре города (городской центр, СТН-В);
- 2) функциональная мощность объекта:

- строительный объем застройки;
- наличие офисных, торговых, культурно-развлекательных помещений;

3) наличие подземной и наземной парковки.

В соответствии с ними для изучения был выбран крупный торгово-развлекательный комплекс «Семья», расположенный в центре г. Перми в окружении многоэтажной жилой застройки на пересечении крупных транспортных артерий. Торговая площадь объекта составляет 82 394 м². Гипермаркет включает в себя два соединенных между собой здания, в одном из которых расположены: офис управляющей компании, имеющий отдельную парковку, продуктовый магазин и объекты различной розничной торговли. В другом, кроме коммерческих объектов, имеется кинотеатр «Синема Парк», фудкорт и игровые залы (45 000 м²).

Парковка ТРК «Семья» состоит из подземной и наземной частей и рассчитана в общей сложности на 1222 машино-места [10]. Из них подземная парковка имеет 695 мест ($S_{пз} = 19\,752\text{ м}^2$), наземная – 542 машино-места ($S_{нз} = 18\,755\text{ м}^2$).

Ежедневно наблюдается переполнение парковки ТРК и заполнение близлежащей улично-дорожной сети автомобилями посетителей гипермаркета (рис. 1).



- ТРК «Семья»
- территория, в пределах которой паркуются клиенты ТРК
- территория, отведенная под наземную парковку

Рис. 1. Территория, занимаемая автомобилями клиентов ТРК «Семья»

В процессе исследования изучалась динамика загрузки парковок и близлежащих улиц в течение дня. Замеры проводились в будние дни, в утренние и вечерние часы с марта по апрель 2015 г. Результаты мониторинга загрузки парковки у ТРК «Семья» представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средняя динамика загрузки парковки в течение дня

Время	Среднее кол-во машин на подземной парковке, ед.	Среднее кол-во машин на наземной парковке, ед.	Всего*, ед.	Средняя занятость парковки, %	Кол-во машин в УДС, ед. (за пределами отведенной парковки)
9:00–11:00	207	343	550	45	54
12:00–14:00	312	413	725	60	65
17:00–20:00	670	542	1212	99,2	115
21:00–23:00	1	231	232	19	23

* Без учета автомобилей, находящихся в УДС.

Для проведенного натурного исследования был определен критерий достоверности (Стьюдента) $t = 2,0$, с доверительной вероятностью 95 % [11].

Расчетная парковочная емкость достигается в рабочие дни ежедневно с 17:00 до 20:00 потоком клиентов, приезжающих после работы за покупками. На 60 % парковка занята в обеденное время, когда в фудкорт стекаются работники офисов всех близлежащих районов. Ежедневно устойчивый поток клиентов с 10:00 до 0:00 обеспечивает кинотеатр «Синема Парк».

Несложно заметить, что еще 10 % автомобилей всегда припарковано на прилегающих к территории ТРК улицах. В часы пик это свидетельствует о заниженной расчетной проектной емкости парковки. В остальное время это скорее нежелание клиентов маневрировать для использования подземной и наземной парковок, поскольку при отсутствии запретительных дорожных знаков проще оставить автомобиль на близлежащих улицах.

Чтобы определиться, какую методику оценки парковочной емкости ввести в расчетный модуль ИАС, проведем предварительные расчеты и сравним результаты с полученными путем натурных наблюдений.

По методике Н.С. Ру사ковой и В.А. Сосновского [9] расчетное количество машино-мест определяется из отношения площади, отведенной под парковку ($S = S_{пз} + S_{нз}$), к площади одного машино-места $S_{м/м} = 35 \text{ м}^2$ и составляет $P_{расч} = 1100 \text{ м/мест}$. Фактически у ТРК «Семья» выделено $P_{сущ} = 1222 \text{ м/мест}$. Тогда парковочный индекс для изучаемого объекта составляет $K_p = 1000 \frac{P}{S_t} = 14,8$, что значительно превышает рекомендуемое, например в США и Канаде, значение $K_p = 5...6$ для объектов такого типа [8].

Для сравнительного расчета по международным нормам были выбраны британские нормативы с поправочным коэффициентом [12] на уровень автомобилизации 2,58 (в Перми 203 автомобиля на 1000 жителей [13], в Британии – 464 [14]). Потребность ТРК в парковочных местах соответственно составляет:

- для фудкорта и торговых объектов – 520 м/мест,
- для игровой зоны и кинотеатра – 750 м/мест,
- всего – 1270 м/мест.

Исходя из того, что оба метода показали практически одинаковые результаты, расчетный модуль ИАС строился на методике Н.С. Русаковой и В.А. Сосновского [9], как более универсальной с точки зрения расчета параметров не только торгово-развлекательных объектов, но и любых других объектов; а также простоты привязки к местной нормативной базе. Кроме того, эта методика позволяет учесть способ размещения автомобилей на стоянке и выбрать наиболее оптимальный (рис. 2).

Для работы расчетного модуля была сформирована база данных, включающая в себя нормируемые значения числа машино-мест для различных объектов, установленные местными нормативами градостроительного проектирования. Параметры, целевые функции и применяемые расчетные формулы модуля представлены в табл. 2.

Рис. 2. Интерфейс ИАС при выборе параметров парковки торгового объекта

Таблица 2

Перечень параметров и целевых функций для определения парковочной емкости объекта

Обозначение	Расшифровка	Ед. изм.	Расчетная формула/ значение	Источник	Ввод
1	2	3	4	5	6
F_i	Площадь ЗУ, пригодная для размещения парковки	га	$F_0 - F_{застр} - F_{дор}$	—	Рассчитывается
F_0	Общая площадь ЗУ		4,7035 (например)	ПКК	Вводит пользователь
$F_{застр}$	Площадь пятна застройки		1,9752 (например)	ПКК	Вводит пользователь
$F_{дор}^*$	Площадь, занимаемая дорожной сетью/ подъездами		$0,2F_0$	—	Вводит пользователем либо принимается 20 % от площади ЗУ

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
f_i	Площадь автостоянки, занимаемая одним автомобилем	m^2	20 – при поперечной расстановке машин	–	Выбирает пользователь
			23 – при расстановке под углом		
			25 – для крупных автомобилей		
			35 – для подземной парковки		
r	Количество этажей	шт.	3 (например)	–	Вводит пользователь
$F_{м-м}$	Размер торговой площади, принимаемой на одно машино-место	m^2	15	15–25	Выбирает пользователь
$F_{торг}$	Размер торговой площади		$F_{застр} \cdot r$	–	Рассчитывается
$P_{расч}$	Количество парковочных мест на рассматриваемом земельном участке	машино-мест	$\frac{F_i \cdot n \cdot 10000}{f_i}$	–	Рассчитывается
$P_{тр}$	Требуемое количество машино-мест для рассматриваемого ТРК		$\frac{F_{торг}}{F_{м-м}}$	–	Рассчитывается

* В данном расчете не учитывается, так как площадь одного парковочного места берется с учетом проездов.

Алгоритм расчета:

1. Выбор земельного участка, определение площади земельного участка и пятна застройки.

2. Площадь дорог/въездов на территорию (либо учитывается, либо не учитывается).

3. Расчет площади земельного участка, пригодной для размещения стоянки.

4. Выбор показателя площади автостоянки, занимаемой одним автомобилем (учитывается площадь проездов к парковочным местам и разворотов).

5. Расчет существующего количества парковочных мест на рассматриваемом земельном участке.
6. Расчет торговой площади ТРК.
7. Расчет требуемого количества парковочных мест на рассматриваемом земельном участке исходя из площади торгового центра: одно машино-место на 20–35 м² торговой площади.
8. Вычисление дефицита/профицита машино-мест на парковке.

При введении в базу данных ИАС соответствующих удельных значений либо (через пользовательское окно) параметров, полученных опытным путем, инструмент может анализировать любые земельные участки на соответствие их проектируемому объекту и наоборот, а в сочетании с инструментами ИАС по работе с картами отслеживать изменение параметров при переводе их из одной территориальной зоны в другую.

Интеграция расчетного модуля с аналитическими возможностями ИАС на базе Prognoz-Platform [15] позволяет перейти к решению новой категории градостроительных задач, связанных с оценкой влияния изменений в функциональном зонировании города. Использование подобного инструмента в практике работы муниципалитета позволит принимать более взвешенные решения при рассмотрении проектов планировки и архитектурных предложений, поступающих от участников градостроительной деятельности, и повысить качество управленческой деятельности органов архитектуры и градостроительства.

Работа выполнялась при финансовой поддержке администрации Пермского края по соглашению № С_26/613 от 19.12.2012 о предоставлении и целевом использовании субсидии на реализацию научного проекта международной исследовательской группой ученых на базе государственного образовательного учреждения и (или) научной организации Пермского края.

Библиографический список

1. Фадюшин А.А., Карманов Д.С. Особенности организации дорожного движения в центральной части города Тюмени // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2015. – № 4. – С. 102–113.
2. Zhanli Sun, Brian Deal and Varkki George Pallathucheril. The Land-use Evolution and Impact Assessment Model: A Comprehensive Urban Planning Support System // Journal of Urban and regional Information system association URISA. – 2009. – Vol. 21, no.1. – P. 57–68.

3. Scott N. Lieske, Jeffrey D. Hamerlinck Integrating Planning Support Systems and Multicriteria Evaluation for Energy Facility Site Suitability Evaluation // *Journal of Urban and regional Information system association URISA*. – 2015. – Vol. 26, no.1. – P.13–24.
4. GIS, Spatial Analysis, and Modeling / J.D. Maguire, M.F. Goodchild, M. Batty // *ESRI Press*. – 2005. – P. 1–18.
5. Loon P.P.J. van, Heurkens E.W.T.M., Bronkhorst S.P. The urban decision room an urban management instrument. – Netherlands, IOS Press BV, 2008. – 83 p.
6. Максимова С.В., Порталова В.С. Исследование возможности уплотнения жилой застройки с помощью информационно-аналитической системы (ИАС) // *Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т*. – Пермь, 2015. – Вып. 8. – С. 51–61.
7. Игнатъев Ю.В. Возведение автомобильных парковок и стоянок в крупных городах // *Вестник ЮУрГУ*. – 2012. – № 17. – С. 68–73.
8. Проектирование магазинов и торговых центров [Электронный ресурс]. – URL: http://www.usconsult.ru/b_056.html (дата обращения: 15.06.2015).
9. Сосновский В.А., Русакова Н.С. Прикладные методы градостроительных исследований: учеб. пособие. – М.: Архитектура-С, 2006. – 111 с.
10. Сайт ТРК «Семья». Сервисы [Электронный ресурс]. – URL: <http://perm.semyamall.ru/index.html?id=18> (дата обращения: 23.05.2015).
11. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
12. Westminster municipal code. – URL: http://www.qcode.us/codes/westminster/view.php?topic=17-3-17_320-17_320_020 (accessed 17 September 2015).
13. Рейтинг стран по обеспеченности населения автомобилями [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.autostat.ru/press-releases/18860/> (дата обращения: 13.10.2015).
14. Ruxandra Roman Enescu, Eurostat. Energy, transport and environment indicators // *Eurostat pocketbooks*. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. – P. 205.
15. Information-Analytical System for Managing Cities of Perm Region Spatial Development / D. Vancutsem, S.V. Maksimova, A.Y. Zavalov, K.O. Mezenina, P.S. Mikushin // *Plan it smart clever solutions for smart cities: Proceeding of 19th International Conference on urban planning, regional development and information society, Vienna, 21-23 may 2014*.

References

1. Fadyushin A.A., Karmanov D.S. Osobennosti organizacii dorozhnogo dvizheniia v central'noi chasti goroda Tumeni [Features of the organization of traffic in the central part of the city of Tyumen]. *Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya*, 2015, no. 4, pp. 102–113.
2. Zhanli Sun, Brian Deal, Varkki George Pallathucheril. The Land-use Evolution and Impact Assessment Model: A Comprehensive Urban Planning Support System. *Journal of Urban and regional Information system association*, 2009, vol.21, no.1, pp.57–68.
3. Scott N. Lieske, Jeffrey D. Hamerlinck Integrating Planning Support Systems and Multicriteria Evaluation for Energy Facility Site Suitability Evaluation. *Journal of Urban and regional Information system association*, 2015, vol.26, no.1, pp.13–24.
4. Maguire J.D., Goodchild M.F., Batty M. GIS, Spatial Analysis, and Modeling. *ESRI Press*, 2005, pp. 1–18.

5. Loon P.P.J. van, Heurkens E.W.T.M., Bronkhorst S.P. The urban decision room an urban management instrument. Netherlands, IOS Press BV, 2008. 83 p.
6. Maksimova S.V., Portalova V.S. Issledovanie vozmozhnosti uplotneniya zhiloy zastroyki s pomoshchyu informatsionno-analiticheskoy sistemi (IAS) [Research of the possibility densify of residential area with help of information-analytical system (IAS)]. *Geoinformatsionnoe obespechenie prostranstvennogo razvitiya Permskogo kraya*, 2015, no. 8, pp. 51–61.
7. Ignat'ev Ju.V. Vozvedenie avtomobil'nykh parkovok i stoyanok v krupnykh gorodakh [The construction of car parking in large cities]. *Vestnik Juzhno-ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 7, pp. 68–73.
8. Proektirovanie magazinov i torgovykh tsentrov [Shops and trade centers design], available at: http://www.usconsult.ru/b_056.html (accessed 15 June 2015).
9. Sosnovskij V.A., Rusakova N.S. Prikladnye metody gradostroitelnykh issledovanij [Applied methods of urban planning research]. Moscow: Arkhitektura-S, 2006. 111 p.
10. Sait TRK «Semya». Servisi [Site of TEC «Semya». Services], available at: <http://perm.seyamall.ru/index.html?id=18> (accessed 23 May 2015).
11. Glanz S. Mediko-biologicheskaya statistika [Biomedical Statistics]. Moscow, Praktika, 1998. 459 p.
12. Westminster municipal code available at: http://www.qcode.us/codes/westminster/view.php?topic=17-3-17_320-17_320_020 (accessed 17 September 2015).
13. Rejting stran po obespechennosti naseleniya avtomobilyami [Ranking of countries by population security cars], available at: <http://www.autostat.ru/press-releases/18860/> (accessed 13 October 2015).
14. Ruxandra Roman Enescu, Eurostat. Energy, transport and environment indicators. *Eurostat pocketbooks*. Luxembourg. Publications Office of the European Union, 2011. 205 p.
15. Vancutsem D., Maksimova S.V., Zavialov A.Y., Mezenina K.O., Mikushin P.S. Information-Analytical System for Managing Cities of Perm Region Spatial Development. *Proceeding of 19th International Conference on urban planning, regional development and information society «Plan it smart clever solutions for smart cities»*, Vienna, 21-23 may 2014.

Получено 6.04.2016

S. Maksimova, V. Portalova, D. Shults

**CALCULATIONAL MODULE
OF INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM BASED
ON "PROGNOZ" PLATFORM FOR EVALUATION
OF PARKING FACILITIES CAPACITY**

Municipal authorities tend to provide an active support to commercial and administrative entities, situated on the ground floors of the buildings and allocate premises to trade and trade-entertaining complexes. Thus, the existing urban environment

with high population density and a fast growth of car ownership aggravate the parking organization problem in all big cities. One of the reasons is in ignoring a real need in parking space for such objects and an inadequate empirical base.

The main goal of this work is to study the compliance between project data and real volume of parking space of a big trade center and, at the same time, provide the information-analytical system (IAS) testing. The article considers national and foreign methods of calculating numbers of parking places near trade centers; the research of parking capacity is presented based on the example of trade and entertaining center SEMIA located in the city of Perm with the area over 80 000 sq.m. Monitoring results of parking load during the day near the trade-entertaining complex are presented. The structure of calculational module, calculation algorithm, and list of target functions and parameters for calculation and interface of information-analytical system are also presented in the article.

Key words: parking capacity, multi-functional trade center, parking area, parking ratio.

Максимова Светлана Валентиновна (Пермь, Россия) – д-р техн. наук, профессор кафедры «Архитектура и урбанистика», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: gradcenter@mail.ru).

Порталова Виктория Станиславовна (Пермь, Россия) – аспирант кафедры «Архитектура и урбанистика», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: pvictoriya@list.ru).

Шульц Дмитрий Николаевич (Пермь, Россия) – канд. экон. наук, руководитель центра моделирования и прогнозирования, ЗАО «Прогноз» (614000, г. Пермь, ул. Стахановская, 54б, e-mail: shultz@prognoz.ru)

Maksimova Svetlana (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department «Architecture and Urban Planning», Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: gradcenter@mail.ru).

Portalova Viktoriya (Perm, Russian Federation) – Postgraduate Student of Department «Architecture and Urban Planning», Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: pvictoriya@list.ru).

Schulz Dmitry (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Economic Sciences, Head of modeling and forecasting center, CJSC «Prognoz» (614000, Perm, Stakhanovskaya st., 54b, e-mail: shultz@prognoz.ru).