



УДК 656.131

АНАЛИЗ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ КАРШЕРИНГОВОГО СЕРВИСА

Р.И. Кориненко

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

Каршеринг с каждым годом завоевывает все большую популярность среди жителей города, что несомненно требует научного подхода в рассмотрении дальнейших перспектив работы данного сервиса. Статья создана определить возможные изменения количественно-качественных показателей в работе системы в будущем.

Ключевые слова: каршеринг, системный анализ, альтернативные виды транспорта.

Для цитирования:

Кориненко Р. И. Анализ неопределенности при функционировании каршерингового сервиса // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(19), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2019 – с.12-17. РИНЦ.

ANALYSIS OF UNCERTAINTY IN THE FUNCTIONING OF CARSHARING

R.I. Korinenko

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

Carsharing every year is gaining popularity among the residents of the city, which undoubtedly requires a scientific approach in considering the future prospects of this service. The article is created to determine the possible changes in quantitative and qualitative parameters in the system in the future.

Keywords: carsharing, system analysis, alternative modes of transport.

For citation:

Korinenko R. I. Analysis of uncertainty in the functioning of carsharing // System analysis and logistics.: №1(19), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2019 – p.12-17.

Каршеринг – это способ пользования арендованным автомобилем с поминутной оплатой. В отличие от стандартной аренды автомобиля, каршеринг предназначен для краткосрочного (не превышающего нескольких часов) передвижения на небольшие расстояния по городу, а в ряде компаний – и в близких его окрестностях [1]. Каршеринговый сервис, несомненно, является особо большой системой, включающей множество процессов, объектов и субъектов. Все процессы внутри системы являются непрерывными. Примером тому является пополнение автопарка каршеринговых компаний или подключение новых пользователей в систему.

Целью данной статьи является определение количества каршеринговых автомобилей в прогнозном периоде на основе имеющихся данных.

Задачами научной работы являются:

- описание целевой функции работы;
- описание возможных состояний системы каршерингового сервиса по количеству автомобилей в прогнозном периоде;
- построение и анализ графа возможных состояний системы и переходов;
- вывод по работе.

Целевая функция в системном виде показана на рисунке 1.



Рис. 1. Целевая функция каршерингового сервиса

Как можно видеть из рисунка 1, главными составляющими системы является четыре группы параметров: входная функция, качественные и экономические характеристики, а также то, что получается на выходе. На данный момент работы обратим внимание на первую группу и введем единственные достоверные данные по количеству пользователей и автомобилей для г. Москва, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Обобщающая таблица по каршеринговому сервису [2]

Год	2015	2016	2017	2018
Количество каршеринговых автомобилей, ед.	350	1 500	2 650	10 000
Зарегистрированных пользователей, тыс. чел.	15	150	350	1 200

После исследования данных из таблицы 1 в полиномиальных моделях в математическом пакете *Excel* было получено, что самым точным расчетом с коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,9996$ является модель полинома третьей степени, которая стремительно устремлена на подъем и показывает, что к 2021 году в каршеринговом сервисе ожидается рост количества автомобилей до 47 тыс. шт. Уравнение приведено ниже:

$$y = 32,576x^3 - 184,42x^2 + 659,2x - 178,57.$$

В прогнозном периоде возможны четыре варианта состояния системы каршеринга:

- увеличение количества автомобилей;
- система будет находиться в стабильном состоянии от начала до конца прогнозного периода;
- количество автомобилей уменьшится от внешних факторов, влияющих на каршеринговую систему;
- выведение из строя большинства автомобилей в системе каршеринга, связанное с несвоевременным проведением ТО и ремонта, а также израсходование ресурсов автомобилей.



Графическое представление возможных состояний системы показано на рисунке 2.

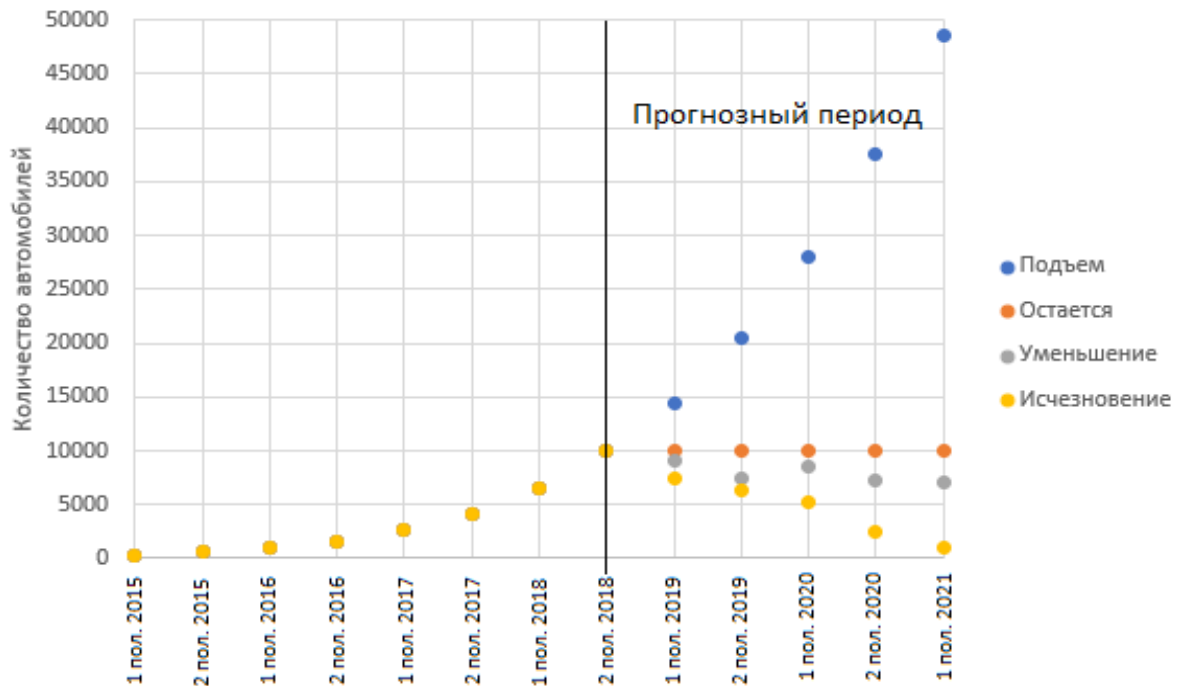
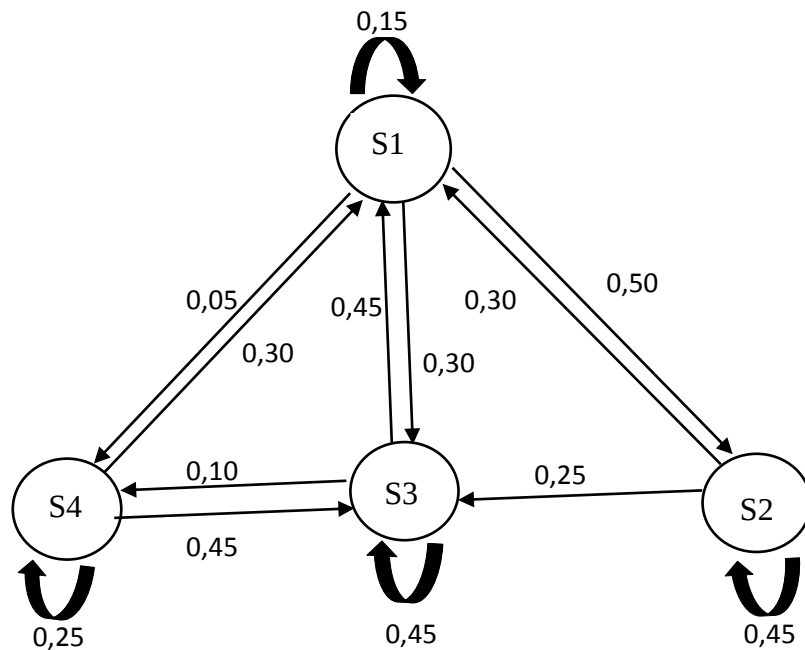


Рис. 2. Возможные состояния системы, рассчитанные до 1 половины 2021 г.

Исходя из вышеописанных данных и рисунка 2, строится граф возможных переходов и состояний, показанный на рисунке 3.



S1 – начальное состояние на 2 половину 2018 года, 10000 каршеринговых автомобилей; S2 – увеличение количества автомобилей в каршеринге в прогнозируемом периоде; S3 – сокращение количества каршеринговых автомобилей в прогнозируемом периоде; S4 – израсходование ресурсов автомобилей без возможности восстановления старых и возобновления с помощью приобретения новых.

Рисунок 3 – Граф переходов состояний



Описание возможных переходов из графа на рисунке 3:

P_{11} – система находится в стабильном состоянии, никакие внешние и внутренние факторы не повлияли или повлияли незначительно на систему каршерингового сервиса;

P_{12} – произошло увеличение каршеринговых автомобилей, связанное с увеличением привлекательности сервиса, таких как повышением привлекательности сервиса и расширением пользовательской базы каршеринга;

P_{13} – количество каршеринговых автомобилей снизилось по причине понижения привлекательности сервиса или повышением цен на топливо, запасные части или тарифов на пользование;

P_{14} – со временем имеющийся автопарк начал выходить из строя по причине частых поломок или израсходования ресурса автомобилей;

P_{21} – преждевременное увеличение количества автомобилей, что вызвало простои автомобилей на улицах города и принято решение к возвращению к предыдущему состоянию;

P_{22} – увеличение автомобилей прошло успешно, и система каршеринга стабильно работает;

P_{23} – наложение условий из переходов P_{21} и P_{13} ;

P_{31} – предыдущее снижение количества автомобилей не удовлетворяет рынку, система возвращается в состояние первоначальное состояние начального прогнозного периода;

P_{33} – система находится в сниженном по отношению к началу прогноза в стабильном состоянии или с незначительными изменениями;

P_{34} – израсходование ресурсов автомобилей, задействованных в каршеринге, проведение своевременного ТО и ремонта невозможно из-за стагнации рынка;

P_{41} – привлечение инвестиций в каршеринговый сервис, увеличение популярности сервиса, расширенная маркетинговая политика;

P_{43} – то же, что и при переходе P_{41} , только результаты менее значительные;

P_{44} – слабая доля рынка, необходимо привлечение инвестиции, в противном случае данное состояние может привести к исчезновению системы каршеринга.

Переведем граф в матричный вид, как это приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Матричный вид вероятностных переходов состояний

	$P1$	$P2$	$P3$	$P4$	Сумма
$P1$	0,15	0,50	0,30	0,05	1
$P2$	0,30	0,45	0,25	0	1
$P3$	0,45	0	0,45	0,10	1
$P4$	0,30	0	0,45	0,25	1

Матрица, представленная в таблице 2, позволяет определить вероятность перехода за один шаг. Для того, чтобы определить возможные переходы за два или три шага необходимо возведение исходной матрицы во вторую и третью степени. Результаты приведены в таблицах 3-4 соответственно. Жирным текстом в матрицах выделены самые вероятные состояния системы.

Таблица 3 – Вероятности перехода за два шага

	$P1$	$P2$	$P3$	$P4$	Сумма
$P1$	0,322	0,300	0,328	0,050	1
$P2$	0,292	0,353	0,315	0,040	1
$P3$	0,300	0,225	0,382	0,093	1
$P4$	0,322	0,150	0,405	0,123	1



Таблица 4 – Вероятности перехода за три шага

	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	Сумма
<i>P1</i>	0,3007	0,2962	0,3417	0,0614	1
<i>P2</i>	0,3034	0,3049	0,3356	0,0561	1
<i>P3</i>	0,3124	0,2513	0,3600	0,0763	1
<i>P4</i>	0,3124	0,2288	0,3716	0,0872	1

Далее производится расчет вероятностей переходов системы.

Примем следующие начальные состояния:

$$P_1(0) = 1; P_2(0) = 0; P_3(0) = 0; P_4(0) = 0.$$

В момент времени $t = 1$:

$$P_1(1) = P_1(0)P_{11} = 0,15;$$

$$P_2(1) = P_1(0)P_{12} = 0,5;$$

$$P_3(1) = P_1(0)P_{13} = 0,3;$$

$$P_4(1) = P_1(0)P_{14} = 0,05.$$

В момент времени $t = 2$:

$$P_1(2) = P_1(1)P_{11} + P_2(1)P_{21} + P_3(1)P_{31} + P_4(1)P_{41} = 0,323;$$

$$P_2(2) = P_1(1)P_{12} + P_2(1)P_{22} = 0,3;$$

$$P_3(2) = P_1(1)P_{13} + P_2(1)P_{23} + P_3(1)P_{33} + P_4(1)P_{43} = 0,328;$$

$$P_4(2) = P_1(1)P_{14} + P_2(1)P_{24} + P_3(1)P_{34} + P_4(1)P_{44} = 0,338.$$

В момент времени $t = 3$:

$$P_1(3) = P_1(2)P_{11} + P_2(2)P_{21} + P_3(2)P_{31} + P_4(2)P_{41} = 0,387;$$

$$P_2(3) = P_1(2)P_{12} + P_2(2)P_{22} = 0,297;$$

$$P_3(3) = P_1(2)P_{13} + P_2(2)P_{23} + P_3(2)P_{33} + P_4(2)P_{43} = 0,471;$$

$$P_4(3) = P_1(2)P_{14} + P_2(2)P_{24} + P_3(2)P_{34} + P_4(2)P_{44} = 0,133.$$

Таким образом, возможное состояние системы на конец прогнозного периода после проведения исследования будет находиться в состоянии уменьшения количества автомобилей каршерингового сервиса, что видно из расчетов выше, а также из таблиц 2-4.

Исследование особо больших систем является трудным процессом, для которого необходимо использовать значительное количество производственных ресурсов, исходя из поставленных целей и задач. Каршеринговые компании представляют закрытую транспортную систему России, поскольку являются частными, что затрудняет понимание о сервисе в целом.

В данной работе была задана целевая функция в графическом виде к исследованию каршерингового сервиса и произведен прогноз в классе полиномиальных моделей. Получено, что самой точной является модель третьей степени исходя из наибольшего значения коэффициента аппроксимации. Далее построен граф возможных переходов и состояний системы при исследовании которого получено, что несмотря на все большую заинтересованность со стороны граждан к сервису произойдет уменьшение числа каршеринговых автомобилей.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Katherine Kortum , Robert Schönduwe , Benjamin Stolte , Benno Bock*: Free-Floating Carsharing: City-Specific Growth Rates and Success Factors / International Scientific Conference on Mobility and Transport Transforming Urban Mobility, mobil.TUM 2016, 6-7 June 2016, Munich, Germany.
2. *Арженовский С. В., Молчанов И. Н.* Статистические методы прогнозирования. Учебное пособие /Рост. гос. экон. унив. – Ростов-н/Д., - 2001. – 74 с.
3. Число автомобилей городского каршеринга достигло 6500 тысячи. [Электронный ресурс] Официальный сайт Мэра Москвы : [сайт] – Режим доступа: <http://www.mos.ru/news/item/37591073> (Дата обращения 27.12.2018).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Кориненко Роман Игоревич –
магистр

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А
E-mail: roma.korinenko@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Korinenko Roman Igorevich –
master

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia
E-mail: roma.korinenko@mail.ru

