

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ФИРМЕННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
АВТОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА****Р. Г. Хабибуллин, И. В. Макарова, А. И. Беляев (Набережные Челны)**

В России за последнее десятилетие сформировалось понятие «предприятие фирменного сервиса автомобильной техники». Как правило, система фирменного обслуживания представляет собой дилерско-сервисную сеть, предприятия которой – современные сервисные центры, создаваемые и функционирующие в тесном взаимодействии с фирмой-производителем. Основной вид деятельности таких предприятий – реализация и сервисное сопровождение автомобильной техники. Такое предприятие строится по принципу «трех S»: собственный автосалон (Showroom), современная сервисная станция (Service Shop), а также склад запасных частей (Spare Parts Shop). Это сложные организационно-технические системы, эффективность и надежность функционирования которых обеспечивается стабильностью работы подсистем и качеством организации их взаимодействия и взаимовлияния.

Одним из важнейших факторов успешного функционирования таких предприятий в условиях конкурентной борьбы являются качественные управленческие решения. Расширение модельного ряда автомобильной техники, сопутствующее ему увеличение номенклатурного перечня запасных частей и возрастающее число заявок на сервисное обслуживание заставляют руководство фирменного автоцентра принимать решения, основанные на научном прогнозировании и базирующиеся на полной и достоверной информации. Исследование организационно-технических систем с помощью имитационного моделирования состоит в организации и проведении компьютерного эксперимента, при котором модель при многократном выполнении постепенно уточняется путем ввода новых параметров с учетом полученных результатов. С помощью имитационной модели системы фирменного обслуживания автомобилей на основе рассчитанных параметров законов распределения входящего потока заявок и времени обслуживания можно определить статистические характеристики основных наборов данных (среднего времени обслуживания автомобиля, среднего дохода от выполнения ремонтных работ и времени, затраченного на рассмотрение рекламационного акта, и т.д.). Принимая в качестве целевой функции общее время нахождения заявки в системе обслуживания, можно оптимизировать загрузку постов обслуживания, а также сократить время рассмотрения рекламационных актов, что в перспективе позволит сократить длину очереди заявок, за счет чего возможно увеличение прибыли предприятия.

Формальная постановка задачи поиска оптимального управляющего воздействия сводится к следующему. Предприятие фирменного обслуживания автомобилей представляет собой многоканальную систему массового обслуживания с очередью, в которую поступает простейший поток требований. Поток требований разделяется на четыре вида, исходя из приоритета организации обслуживания: автомобили, приписанные к данному автоцентру и обслуживаемые постоянно – среди них наивысший приоритет имеют лизинговые автомобили, затем автомобили, находящиеся на гарантийном обслуживании, затем находящиеся в штатной эксплуатации и, наконец, транзитные, не приписанные к данному автоцентру. Согласно алгоритму, автомобили проходят только один из двух видов работ: техническое обслуживание или текущий ремонт. Распределение частот выделения типов заявок показано в табл. 1.

Для обслуживания заявок предназначаются посты обслуживания двух типов: посты для технического обслуживания (ТО) и посты для ремонта (Р), которые являются универсальными по спектру выполняемых работ. Время обслуживания на та-

ких постах задается законом распределения, установленным на основании статистического анализа.

Таблица 1

Распределение частот по видам заявок

Вид требования	Приоритет	Частота вида заявки	Тип работы	Частота типа работы
Обслуживание лизинговых автомобилей	1	0,10	ТО	0,3
			Ремонт	0,7
Обслуживание по гарантии	2	0,25	ТО	0,3
			Ремонт	0,7
Обслуживание транзитных автомобилей	3	0,05	ТО	0,7
			Ремонт	0,3
Обслуживание в период штатной эксплуатации	4	0,60	ТО	0,7
			Ремонт	0,3

Кроме того, при осуществлении гарантийного обслуживания происходит передача рекламационных актов на завод – изготовитель дефектного изделия и ожидание протокола от него, что занимает некоторое время. Время ожидания зависит от принятой системы документооборота на предприятии: при бумажном документообороте обслуживание по гарантии длится в среднем около 10 часов; при электронном документообороте эта величина составляет около 1 часа. Необходимо определить такие параметры обслуживания, при которых длина очереди на обслуживание будет минимальной.

Поскольку на показатель эффективности может влиять большое количество факторов, необходимо определить наиболее значимые из них методом априорного ранжирования. С этой целью была построена диаграмма рангов (рис. 1), из которой видно, что тремя наиболее значимыми факторами являются факторы X_1 (количество постов обслуживания дилерского центра), X_3 (количество рабочих на одном посту), X_7 (вид документооборота, принятый в дилерском центре). В качестве целевой функции установлено общее время обслуживания автомобилей, при этом задача максимизации прибыли автоцентра решается путем минимизации общего времени нахождения заявки в системе.

Математическая модель задачи выглядит следующим образом:

$$f(X_1, X_2, X_3) = 0,97 \cdot \frac{28,75X_1}{(X_1 - 28,75)^2} + 27,72 \cdot X_2^{-1} + 0,25 \cdot (2X_3 + 12) + 2,3 \rightarrow \min$$

Ограничения:

$$10 \leq X_1 \leq 14;$$

$$1 \leq X_2 \leq 3;$$

$$X_3 = 1 \text{ или } X_3 = 10$$

Входящий поток требований описывается распределением вероятностей интервалов времени между соседними требованиями. В результате статистического анализа данных информационной системы дилерского центра ООО «Набережночелнинский автоцентр КАМАЗ» был выбран экспоненциальный закон распределения с параметром $\lambda = 1,035$. Полагаем, что интервалы времени между поступлениями заявок не-

зависимые и имеют одинаковое распределение случайных величин, которые образуют стационарный входящий поток требований.

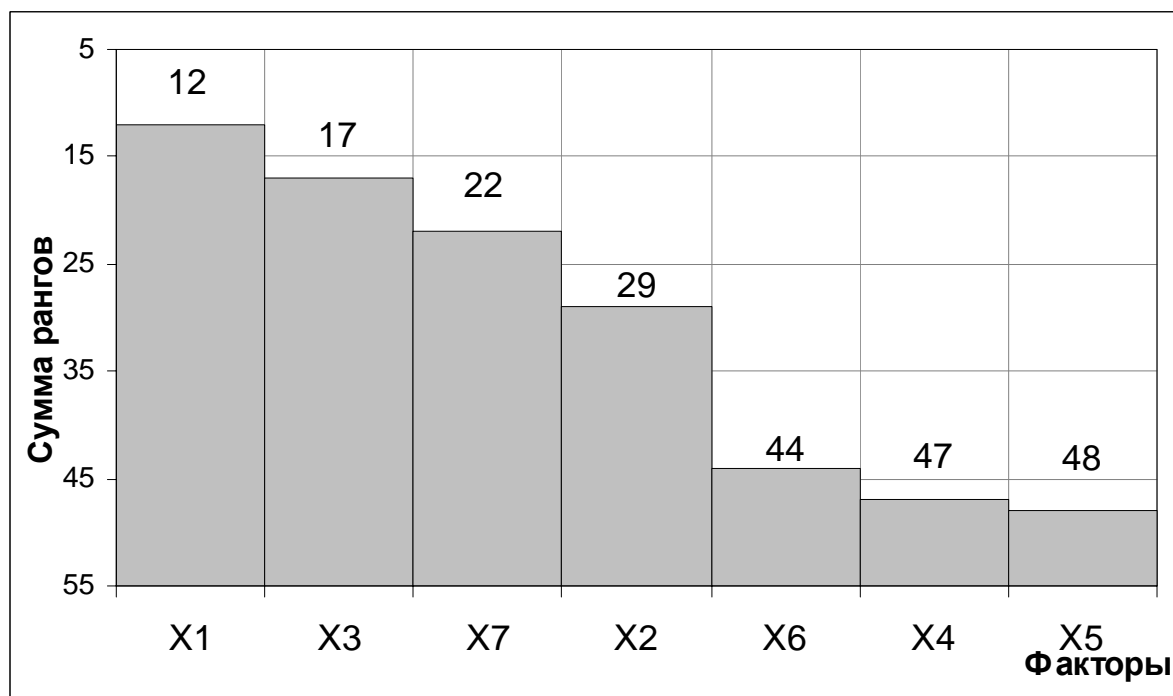


Рис. 1. Диаграмма рангов факторов, влияющих на целевую функцию

Дисциплины постановки в очередь и выбора из нее определяют порядок постановки требований в очередь, если заняты все устройства обслуживания, и порядок выбора из очереди, если обслуживающее устройство освобождается. В настоящей задаче организация очереди осуществляется по приоритету, указанному в табл. 1.

Правила обслуживания характеризуются длительностью обслуживания (распределением времени обслуживания), количеством требований, которые обслуживаются одновременно, и дисциплиной обслуживания.

Обслуживание заявок осуществляется несколькими каналами обслуживания – постами Т0 и Р, в настоящее время для каждого типа обслуживания предназначено по 12 постов с 2 рабочими на каждом. Распределение времени обслуживания задается законом распределения, полученным на основе статистического анализа данных информационной системы (закон распределения Вейбулла с параметрами $\alpha = 28,76$ и $\beta = 9,61$).

Имитационное моделирование процесса фирменного обслуживания описывается алгоритмом, представленным на рис. 2.

Для сокращения временных затрат на проведение экспериментов был составлен план полного факторного эксперимента для трех факторов (8 прогонов модели).

При выполнении серии экспериментов на имитационной модели согласно плану полного факторного эксперимента были получены данные для каждого сочетания факторов согласно плану полного факторного эксперимента, где в качестве значений факторов выбирались граничные значения их диапазонов. Значения целевой функции при проведении серии экспериментов показаны на рис. 3.

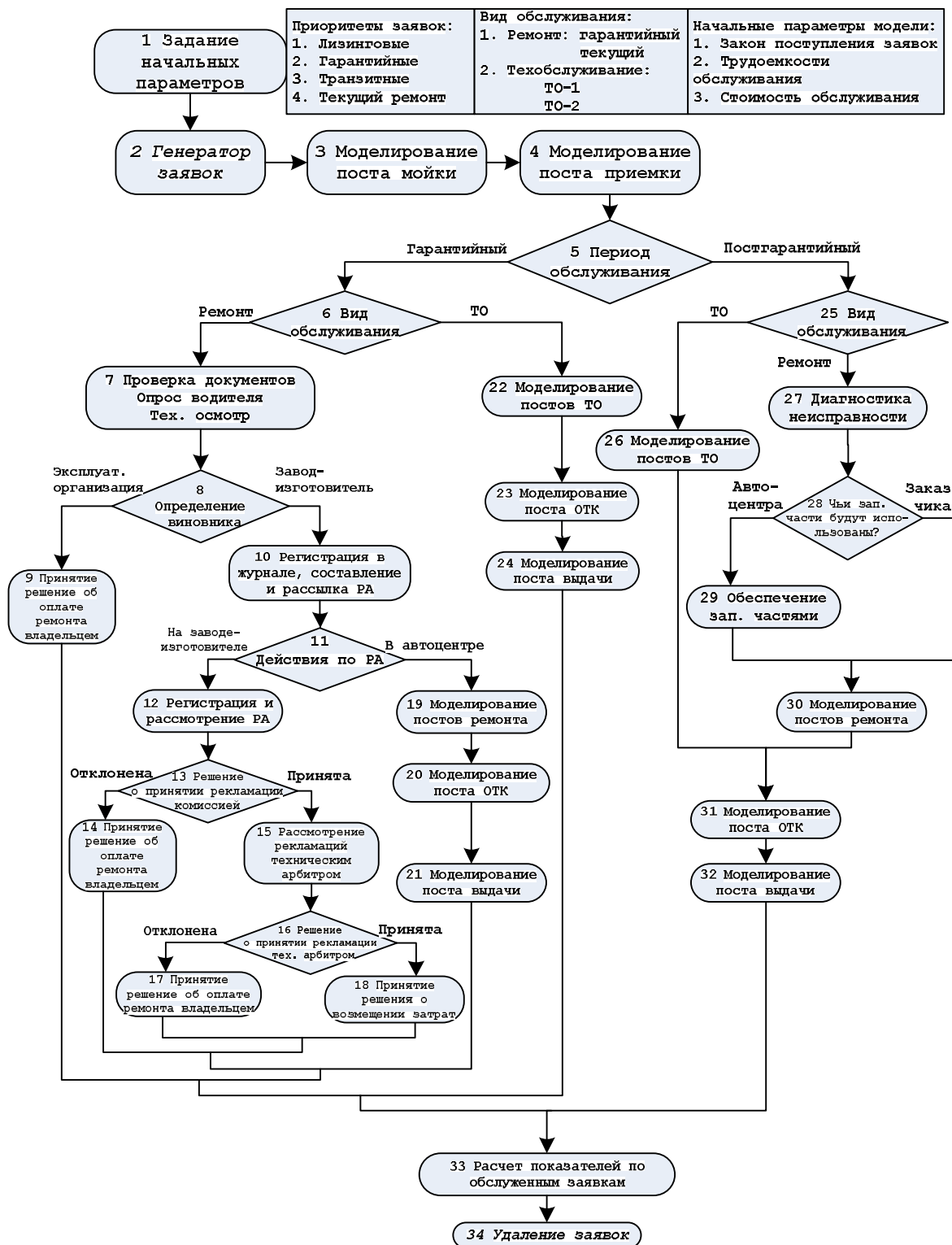


Рис. 2. Алгоритм построения имитационной модели системы фирменного обслуживания автомобилей

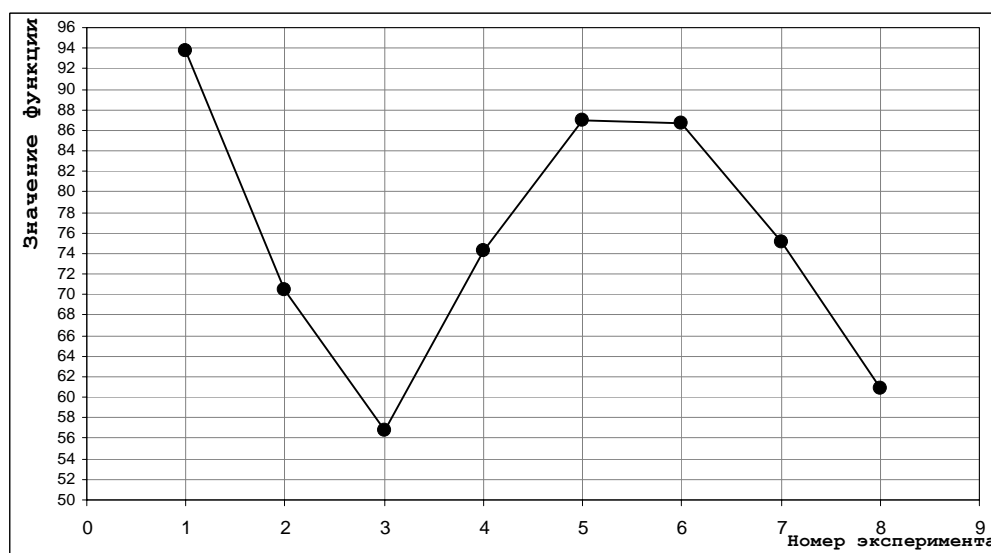


Рис. 3. Значения целевой функции в результате выполнения экспериментов

Результат каждого эксперимента заносится в таблицу, где указываются значения факторов, целевой функции, а также выполнение ограничения по времени простоя постов обслуживания и рабочих.

Таблица 2

Результаты выполнения экспериментов на имитационной модели

X_1	X_2	X_3	Y	Выполняется ли ограничение
10	1	1	93,74	Да
14	1	1	70,40	Нет
10	3	1	56,79	Да
14	3	1	74,32	Нет
10	1	10	86,94	Да
14	1	10	86,75	Да
10	3	10	75,10	Нет
14	3	10	60,93	Нет

Оптимизационный эксперимент на имитационной модели показал, что наиболее эффективной является следующая организация обслуживания (при которой значение целевой функции Y минимально, ограничения выполняются):

- количество постов обслуживания принимается равным десяти (X_1);
- количество рабочих на одном посту принимается равным трем (X_2);
- на предприятии принимается электронная форма документооборота (X_3).

Выводы

Поскольку объем сервисных услуг, необходимых владельцам автомобилей, постоянно растет, предприятиям фирменного обслуживания необходимо производить постоянный мониторинг ситуации. Периодическое выполнение компьютерного эксперимента на имитационной модели позволяет реагировать на изменение спроса и выбирать такие параметры обслуживания, которые бы сокращали как временные затраты клиентов, так и денежные затраты самого предприятия.