

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АВТОСЕРВИСА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ БЛОКА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

А.С. Гришин¹, В.И. Сарбаев², Джованис Симос³

^{1,2,3} ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва, Россия,

¹ agrishin@business-car.ru

² visarbaev@gmail.com

³ singmanos@yahoo.com

Аннотация. В статье рассматривается проблема повышения эффективности деятельности мультибрендового автосервиса с использованием имитационного моделирования. Большинство имитационных моделей автосервиса не учитывают реальные проблемы обеспечения запасными частями и работают в режиме «идеального склада». Предложено и реализовано решение путем интеграции в имитационную модель блока, учитывающего вероятность наличия запчастей на складе и задержки, связанные с их поставкой. Разработана концептуальная и компьютерная модель в среде AnyLogic, позволяющая проводить комплексный анализ производственных процессов автосервиса в условиях, приближенных к реальным. Модель учитывает особенности обслуживания различных брендов и корпоративных клиентов, а также использование современных средств автоматизации.

Ключевые слова. Автосервис, техническое обслуживание и ремонт, имитационное моделирование, система массового обслуживания, управление запасами, запасные части, цифровой двойник, AnyLogic, производственные процессы.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE CAR SERVICE SIMULATION MODEL BY IMPLEMENTING THE SPARE PARTS BLOCK

A.S. Grishin¹, V.I. Sarbaev², Tziovannis Simos³

^{1,2,3} Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia,

¹ agrishin@business-car.ru

² visarbaev@gmail.com

³ singmanos@yahoo.com

Abstract. The article addresses the problem of improving the efficiency of a multi-brand car service through simulation modeling. Particular attention is paid to the shortcomings of existing models that ignore the real challenges of spare parts supply and operate in an «ideal warehouse» mode. A solution is proposed and implemented by integrating a special module into the simulation model that accounts for the probability of spare parts availability in the warehouse and delays associated with their delivery. A conceptual and computer model developed in the AnyLogic environment allows for a comprehensive analysis of the car service production processes under near-real conditions. The model considers the specifics of servicing different brands and corporate clients, as well as the use of modern automation tool.

Keywords: Car service, maintenance and repair, simulation modeling, queueing system, inventory management, spare parts, digital twin, AnyLogic, production processes.

В современных условиях разработка и практическое применение имитационных моделей для повышения эффективности автосервиса получает всё более широкое распространение. Ввиду санкционных ограничений данный тренд только укрепился, поскольку выживаемость автосервисов в настоящее время во многом зависит от оптимизации издержек на всех этапах работы предприятия, выявления узких мест производственных процессов, гибкости в принятии управленческих решений, а также от повышения клиентского сервиса в целом и готовности предприятия к новым вызовам таким как цифровая трансформация и внедрение новых технологий, как в конструкции транспортных средств, так и современных средств автоматизации и роботизации производственных процессов автосервиса.

Также в условиях санкционных ограничений предприятия автосервиса вынуждены были экстренно переориентироваться на новые марки автомобилей, продолжая обслуживать парки брендов, ушедших с рынка.

Особую актуальность в настоящее время приобрела проблема обеспечения запасными частями. Решением данной проблемы занимались многие исследователи. Однако, значительная часть работ опиралась на данные по предыдущего спроса на запасные части и не учитывала особенности входящего потока заявок. Другие авторы в своих исследованиях учитывали деятельность автосервиса. Например, в работе [1] разработана имитационная модель для оптимизации системы логистики и управления запасами, модель создана как целостная имитационная система, где спрос не является внешним параметром, а рождается внутри модели на основе имитации первичной деятельности автосервиса. Вместе с тем практическое применение, данное модели, может быть затруднено при обслуживании разномарочного парка поскольку модель требовательна к исходным по отказам конкретных моделей автомобилей.

В деятельности мультибрендового автосервиса хранение значительных объемов запасов увеличивает риски затоваривания склада, по сравнению с монобрендовыми предприятиями. В данном случае важнее обеспечить скорость поставки запасных частей со склада поставщиков, требуемого качества и стоимости [2].

Модели производственного процесса автосервиса не учитывающие проблемы обеспечения запасными частями, не являются полноценным цифровым двойником автосервиса и работают в режиме «идеального склада», когда требуемая запасная часть всегда есть в наличии [3], [4]. Вместе с тем, данные модели могут служить для принятия решений по количеству рабочих постов, количеству механиков и другим параметрам автосервиса.

Таким образом, имитационная модель автосервиса должна содержать в себе комплексное решение данных актуальных проблем.

В то же время имитационная модель должна учитывать современные средства автоматизации, такие как автоматические мойки, киоски приёма выдачи автомобилей.

Построим концептуальную модель автосервиса, обслуживающего 3 основных бренда, а также осуществляющего обслуживание корпоративных парков, для которых обязательным условием является прием автомобиля сервисным консультантом (без использования киоска самообслуживания). (Рисунок 1.)

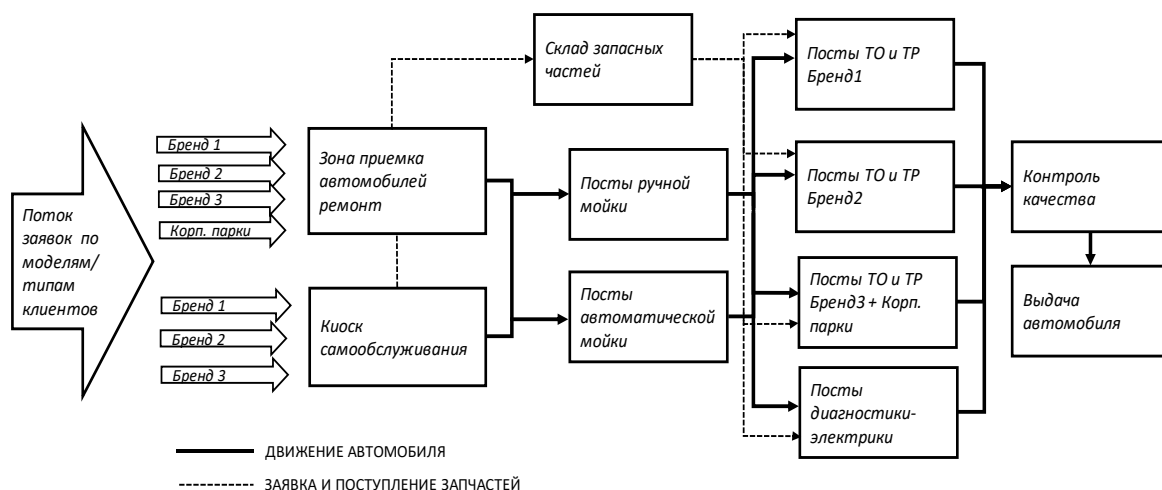


Рисунок 1 – Структурная схема концептуальной модели мультибрендового автосервиса
Figure 1 – Structural diagram of a multi-brand car service conceptual model.

Поток заявок направляется в зону приёма автомобилей, где распределяется между киосками самообслуживания и классической приемкой в автосервис, далее автомобили поступают в зону мойки, где происходит их распределение между постами ручной и автоматической мойки (в зависимости от типа заявки и пожеланий клиента), далее происходит распределение по рабочим постам ТО и ТР и диагностики. Параллельно (в зависимости от типа ремонта) производится подбор необходимых запасных частей и выдача их на посты обслуживания. После завершения работ все автомобили проходят контроль качества и поступают в зону выдачи автомобиля.

На основе концептуальной модели построим компьютерную модель автосервиса. Для построения используем систему моделирования Anylogic, рекомендуемую для систем массового обслуживания (Рисунок 2.)

Модель повторяет структуру концептуальной модели. Основными производственными участками являются ТО и ТР и диагностика. Автосервис не оказывает услуг ремонта агрегатов, все остальные работы (кроме диагностических) осуществляются на постах ТО и ТР.

Данная модель кроме анализа эффективности работы всех производственных участков позволяет задавать вероятность нахождения запасной части на складе, а также выбрать закон распределения времени задержки автомобиля в автосервисе в ожидании запчастей (на основании опыта предыдущих исследований в настоящей модели выбран экспоненциальный закон). При наличии детали на складе, задержка поставки равна 0.

Интервалы времени между поступлениями автомобилей на станцию распределены по закону Вейбулла, интервалы времени приемки, мойки имеют нормальный закон распределений, время нахождения автомобиля в ремонте подчинено экспоненциальному закону.

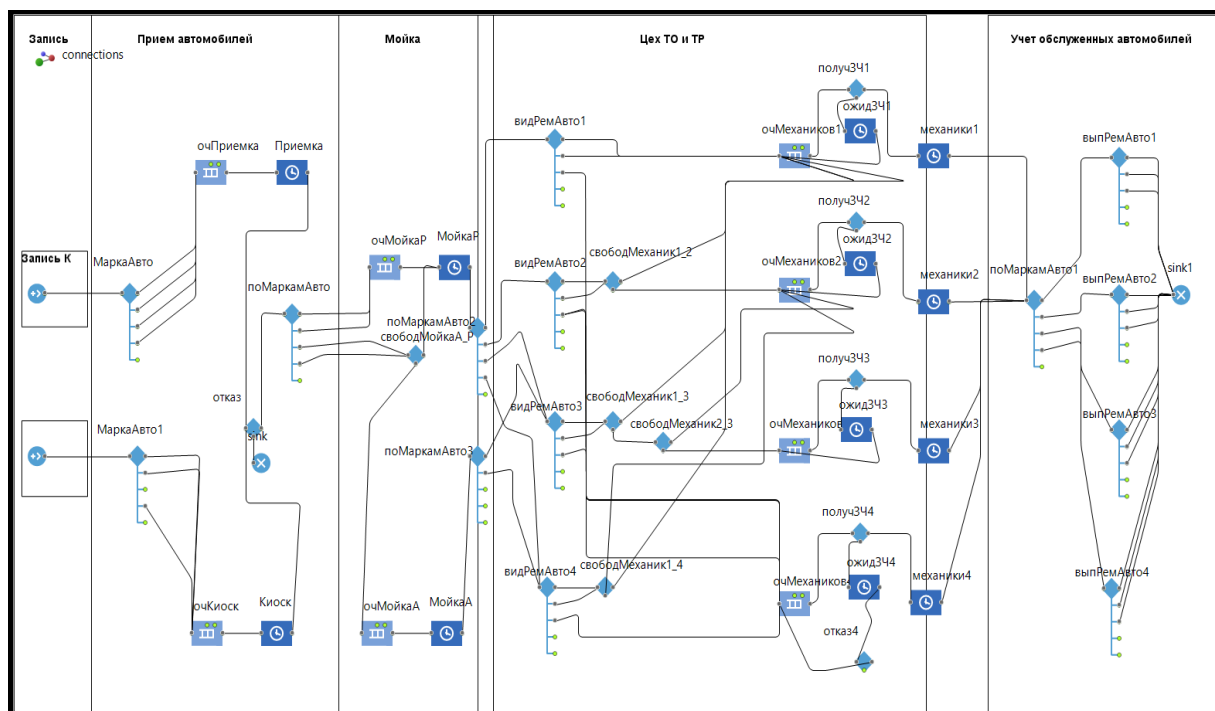


Рисунок 2. Компьютерная имитационная модель автосервиса
Figure 2. Computer simulation model of a car service center

Модель позволяет задавать приоритетность в обслуживании марок (в данном случае приоритеты расставлены в порядке убывания (1 – высокий приоритет, 3 – наименьший). Приоритезация также должна быть учтена в работе реального автосервиса.

Время задержки автомобилей в ожидание запасных частей подчинено экспоненциальному закону. Модель позволяет задавать вероятность нахождения запасной части на складе.

Модель была апробирована в условиях реального автосервиса, проведенные эксперименты показали целесообразность её использования для повышения эффективности производственных процессов. Модель может быть использована в качестве элемента периодической комплексной оценки эффективности предприятия, в то же время она может использоваться для решения прикладных задач повышения эффективности предприятия автосервиса.

1. Ключевым недостатком существующих имитационных моделей автосервиса является их работа в режиме «идеального склада». Что касается специализированных моделей управления запасами, то их основными недостатками выступают высокие требования к исходным данным по отказам конкретных моделей автомобилей. Данный подход более оправдан для монобрендового сервиса, однако затрудняет применение таких моделей для обслуживания разномарочного парка.

2. Разработанная имитационная модель позволяет моделировать реальные задержки, связанные с ожиданием запчастей, и анализировать их влияние на общие производственные процессы. Модель охватывает не только стандартные производственные участки автосервиса (ТО и ТР, диагностика), но и современные элементы автоматизации (автоматические мойки, киоски самообслуживания), а также различные сценарии обслуживания (частные и корпоративные клиенты).

3. Разработанная модель представляет собой комплексный «цифровой двойник» автосервиса, позволяющий использовать модель как элемент комплексной оценки

эффективности автосервиса и принимать обоснованные управленческие решения по оптимизации численности персонала, количества постов, логистики и управления запасами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугримов В.А., Кондратьев А.В., Сарбаев В.И. Моделирование процессов управления запасами предприятия автосервиса / Бугримов Виталий, Кондратьев Алексей, Сарбаев Владимир // Научное обозрение. Изд.: Издательский дом «Наука образования» Москва. - 2017, №8. - С. 63-67.
2. Гришин А.С. Учет влияния качества и стоимости запасных частей в управлении запасами автосервиса / А. С. Гришин, В. И. Сарбаев, С. Джованис, А. Г. Гусев // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-5(78). – С. 120-127. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-5(78)-3-120-127. – EDN PTOWCM.
3. Тимченко, В. С. Структура имитационной модели автосервиса / В. С. Тимченко // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 46-50.
4. Хабибуллин, Р. Г. Имитационное моделирование автосервиса / Р. Г. Хабибуллин, И. В. Макарова // Мир транспорта. – 2008. – Т. 6, № 3(23). – С. 110-115.

REFERENCES

1. Bugrimov V.A., Kondratiev A.V., Sarbaev V.I. Modeling of inventory management processes of a car service enterprise / Bugrimov Vitaly, Kondratiev Alexey, Sarbaev Vladimir // Scientific review. Publishing house «Science of Education» Moscow. - 2017, No. 8, pp. 63-67.
2. Grishin A.S. Accounting for the impact of quality and cost of spare parts in car service inventory management / A. S. Grishin, V. I. Sarbaev, S. Giovanis, A. G. Gusev // The world of transport and technological machines. – 2022. – № 3-5(78). – Pp. 120-127. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-5(78)-3-120-127. – EDN PTOWCM.
3. Timchenko, V. S. The structure of a car service simulation model / V. S. Timchenko // Modern problems of the Russian transport complex. – 2016. – Vol. 6, No. 2. – pp. 46-50.
4. Khabibullin, R. G. Simulation modeling of a car service / R. G. Khabibullin, I. V. Makarova // The world of transport. - 2008. – Vol. 6, No. 3(23). – pp. 110-115.