



*Математическое
моделирование,
оптимизация,
автотранспортное
предприятие,
регрессионная модель*

*Mathematic simulation,
optimization, transport
enterprise, regression
model*

10.35694/YARCX.2020.51.3.012

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В.В. Жолудева (фото)

к.п.н., доцент, доцент кафедры электрификации

Е.В. Уткин

обучающийся инженерного факультета

ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

В настоящее время в сегменте рынка автосервисная индустрия занимает существенное место. Рынок автосервиса развивается быстрыми темпами, что показывают данные рисунков 1 и 2.

Данные рисунка 1 показывают, что имеется возрастающая тенденция числа предприятий, предоставляющих автотранспортные услуги. Количество автотранспортных предприятий в 2020 году по сравнению с 2005 годом увеличилось почти в 2 раза. За последние пять лет их рост составил 37%. То же можно сказать и об объёме рынка автосервиса в денежном выражении. Согласно данным рисунка 2, объём услуг, оказанных автосервисными предприятиями за 5 лет, увеличился на 55,6 млрд. рублей, что соответствует примерно 23%. Ежегодный темп роста за этот период составлял от 4 до 8 процентов.

Однако качественные изменения рынка автосервиса не всегда соответствуют их количественным изменениям. Это и обусловило выбор темы исследования. На примере конкретного автосервисного предприятия была проведена оценка качества его деятельности.

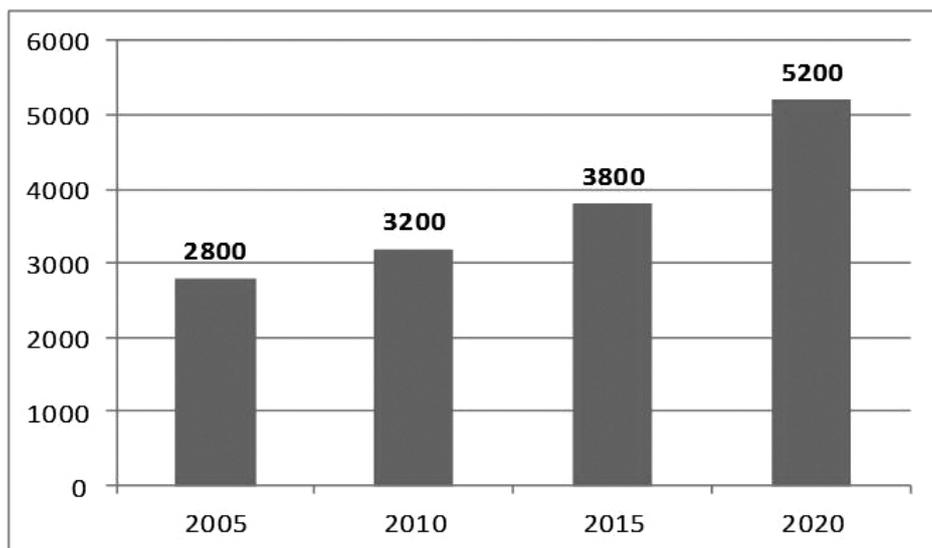
Цель данного исследования – оценка эффективности работы автотранспортного предприятия, математическое моделирование и оптимизация его деятельности.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

1) оценка эффективности деятельности ООО ЦЗК «Логистик» с применением систем массового обслуживания;

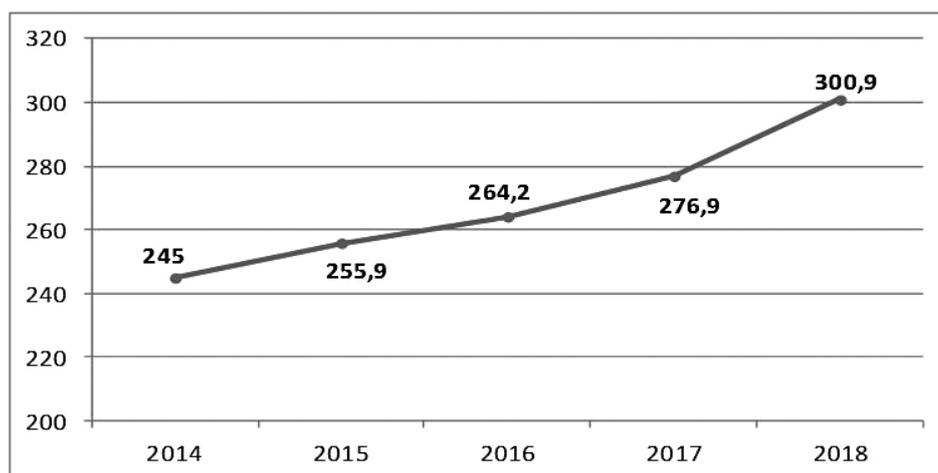
2) математическое моделирование и оптимизация работы объекта исследования на основе регрессионного анализа.

Объект исследования – ООО ЦЗК «Логистик».



Источник: Аналитическое агентство АВТОСТАТ, <https://www.autostat.ru>

Рисунок 1 – Количество предприятий автосервиса в России, тыс. штук



Источник: Аналитическое агентство АВТОСТАТ, <https://www.autostat.ru>

Рисунок 2 – Объем рынка автосервиса в России, млрд руб.

ООО ЦЗК «Логистик» расположено в Ярославской области. Основная производственная деятельность предприятия: ремонт и техническое обслуживание грузового и легкового автотранспорта отечественного и зарубежного производства, а также спецтехники.

На станции технического обслуживания автомобилей выполняются следующие виды автосервисных услуг:

- контрольно-диагностические работы;
- регулировка фар, топливной аппаратуры бензиновых двигателей, сцепления, рулевого управления, системы зажигания;
- электротехнические работы;

- замена агрегатов, ремонт двигателей, коробки переменных передач, рулевого управления и подвески, сцепления;

- покраска рам и кузовов автомобилей или отдельных его частей;

- работы по защите от коррозии и шумной обработке.

На территории предприятия расположены в зданиях гаражного типа посты и участки, предназначенные для проведения комплекса ремонтных и обслуживающих работ:

- зона слесарно-механических работ;
- участок слесарного ремонта;
- зона кузовного ремонта;

- окрасочно-сушильный участок;
- участок проведения работ по защите от коррозии и противозвучной обработке;
- участок проведения электроработ.

Оценка эффективности деятельности ООО ЦЗК «Логистик»

Исследование по оценке эффективности предприятия ООО ЦЗК «Логистик» проводилось в 2019 году. Сервисная зона исследуемого предприятия ООО ЦЗК «Логистик» – это система массового обслуживания (СМО) с фиксированным количеством заявок, периодически требующих обслуживания. Количество каналов обслуживания ($n = 6$), так как на предприятии имеется 6 зон для проведения ремонтных работ. Живая очередь не допускается, но есть запись на ремонт, сроки заранее не обозначаются (по мере выполнения предыдущей работы). Поэтому данная СМО – это многоканальная система массового обслуживания с отказами. В среднем на обслуживание поступает одна машина в час, средний срок ремонта – одни сутки (например, ремонт двигателя может занять от одного рабочего дня до недели, а покраска – несколько часов). Для определения оценки эффективности деятельности ООО ЦЗК «Логистик» рассчитали следующие основные показатели оптимальности [2]:

1. Интенсивность потока заявок:

$$\lambda = 1 \text{ (маш./ час)}$$

2. Интенсивность обслуживания:

$$\mu = \frac{1}{8} \text{ (маш./ час)}$$

(рабочий день составляет 8 часов).

3. Загрузка системы:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \rho = \frac{1}{\frac{1}{8}} = 8.$$

Полученный результат показывает, что по имеющимся исходным данным для организации работы предприятия оптимально иметь 8 каналов обслуживания.

4. Вероятность того, что пришедшая заявка застанет СМО свободной:

$$p_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!}\right)^{-1}$$

$$p_0 = \left(1 + 8 + \frac{8^2}{2!} + \frac{8^3}{3!} + \frac{8^4}{4!} + \frac{8^5}{5!} + \frac{8^6}{6!}\right)^{-1} =$$

$$= (1 + 8 + 32 + 85,33 + 170,67 +$$

$$+ 273,07 + 364,09)^{-1} = \frac{1}{934,16} \approx 0,001 \text{ (0,1\%)}$$

Таким образом, вероятность того, что машина подъедет для обслуживания к автосервисному предприятию ООО ЦЗК «Логистик», и все посты и участки, предназначенные для проведения комплекса ремонтных и обслуживающих работ, будут свободны составляет менее 1%. Это означает, что все работники предприятия практически всегда заняты работой и не простаивают.

5. Вероятность отказа:

$$p_{\text{отк}} = \frac{\rho^n}{n!} \cdot p_0,$$

$$p_{\text{отк}} = \frac{8^6}{6!} \cdot 0,001 \approx 364,09 \cdot 0,001 = 0,36 \text{ (36\%)}$$

Согласно проведённым расчётам, 36% машин, готовых к обслуживанию на данном предприятии, получают отказ. Часть из них, готовая подождать, записывается на ремонт, другая часть машин обращается за услугами в другие автотранспортные предприятия. Возможно, руководителю данного предприятия следует обратить внимание на данный факт, так как из-за отказов в обслуживании предприятие несёт потенциальные потери.

6. Относительная пропускная способность:

$$a = 1 - p_{\text{отк}}$$

$$a = 1 - 0,36 = 0,64 \text{ (64\%)}$$

то есть обслуживается 64% поступающих на предприятие машин.

7. Абсолютная пропускная способность:

$$A = \lambda \cdot a, A = 1 \cdot 0,64 = 0,64.$$

8. Среднее время занятых каналов:

$$z = \frac{A}{\mu}, z = \frac{0,64}{\frac{1}{8}} = 5,12 \approx 6 \text{ (каналов)}$$

Таким образом, практически все каналы обслуживания (посты, участки и зоны обслуживания) заняты работой.

Исходя из полученных в результате исследования показателей оптимизации, можно сделать вывод, что данное предприятие работает эффективно с точки зрения поставщика услуг, так как все рабочие заняты своей деятельностью. Но поскольку предприятие теряет около 40% потенциальных клиентов, есть смысл или организовать дополнительную зону для обслуживания, или увеличить количество сотрудников.

Заключение

После проведённого исследования было предложено расширить перечень услуг автосервиса. Исходя из основного вида производственной деятельности предприятия, а именно «Ремонт и техническое обслуживание грузового и легкового автотранспорта отечественного и зарубежного производства, а также спецтехники», на наш взгляд, целесообразно добавить два участка:

- пескоструйная обработка;
- восстановление амортизаторов легковых автомобилей и коммерческого транспорта.

Покраска автомобиля – единственный способ вернуть машине надлежащий внешний вид. Фактически невозможно произвести подготовку поверхности большого масштаба к окраске за минимальные сроки с высоким качеством отделки шлифовальной машинкой. Поэтому экономически выгодно на предприятии по кузовному ремонту иметь оборудование для пескоструйной обработки.

Пескоструйная обработка – это очистка металлических деталей от коррозии и отсло-

ившейся окалины, с ее помощью также дополнительно счищают налёт, удаляют жировую плёнку для проведения других технологических операций.

В зоне слесарно-механических работ были приобретены специальные инструменты для восстановления амортизаторов легковых автомобилей и коммерческого транспорта. Каждому водителю известно, что исправно работающая подвеска – это залог комфорта и безопасности водителя и пассажиров. Амортизатор – это одна из наиболее важных деталей в подвеске, её главной задачей является гашение колебаний и поглощение толчков при движении транспорта. Амортизатор – своего рода расходный материал, и большинство водителей не имеют финансовых возможностей заменить данную деталь на новую, поэтому приходят к альтернативному методу – восстановлению данного устройства, которое обойдётся в меньшую цену.

Данные услуги, с низкой конкуренцией в этой области, позволяют предприятию повысить эффективность производства и производительность труда.

Литература

1. Аналитическое агентство АВТОСТАТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru> (дата обращения: 20.06.2020).
2. Карташевский, В.Г. Основы теории массового обслуживания [Текст]: учебник для вузов / В.Г. Карташевский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 449 с.
3. Жолудева, В.В. Математико-статистические методы и модели в социологическом исследовании [Текст] / В.В. Жолудева, Н.С. Панарский // Труды Современной гуманитарной академии. – 2011. – № 5. – С. 120.
4. Якимов, И.М. Моделирование и оптимизация процесса ремонта автотранспорта [Текст] / И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, З.Т. Яхина // Вестник технического университета. – 2017. – № 2. – Т. 20. – С. 123–127.

References

1. Analiticheskoe agentstvo AVTOSTAT [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.autostat.ru> (data obrashhenija: 20.06.2020).
2. Kartashevskij, V.G. Osnovy teorii massovogo obsluzhivaniya [Tekst]: uchebnik dlja vuzov / V.G. Kartashevskij. – M.: Gorjachaja linija – Telekom, 2017. – 449 s.
3. Zholudeva, V.V. Matematiko-statisticheskie metody i modeli v sociologicheskom issledovanii [Tekst] / V.V. Zholudeva, N.S. Panarskij // Trudy Sovremennoj gumanitarnoj akademii. – 2011. – № 5. – S. 120.
4. Yakimov, I.M. Modelirovanie i optimizacija processa remonta avtotransporta [Tekst] / I.M. Yakimov, A.P. Kirpichnikov, Z.T. Yakhina // Vestnik tehničeskogo universiteta. – 2017. – № 2. – T. 20. – S. 123–127.