

**И.Ф. Воронина, канд. техн. наук, Ф.М. Судак, канд. техн. наук, Д.С. Подгорный**  
**Автомобильно-дорожный институт**  
**ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОСЕРВИСА**

*Необходимым условием качественного сервиса является эффективная организация его материально-технического обеспечения.*

*Неудовлетворительная работа подсистем материально-технического обеспечения предприятия автосервиса приводит к простоям автомобилей в ремонте и, как следствие, к снижению конкурентоспособности предприятия на рынке. Для решения вопросов обеспечения предприятия запасными частями необходима разработка эффективной методики прогнозирования расходов запасных частей предприятиями автосервиса.*

**Ключевые слова:** *обеспечение материально-техническое, предприятие автосервиса, сеть дилерская, уравнение регрессии, склад региональный, сезонность эксплуатации автомобиля, моделирование расхода запчастей, уровень продаж автомобилей, Stadia*

### ***Введение***

В последнее время из-за роста автомобильного парка и ориентации их владельцев на ремонт в специализированных фирмах, остродефицитной стала профессия автомеханика.

Покупатели автомобилей не хотят ремонтировать технику, а отечественные поставщики техники, которые не имеют сервисных инфраструктур – не могут. Сбыт автотехники, не обеспеченной сервисом, становится проблематичным.

У отечественных автомобильных заводов нет систем складов с централизованным управлением запасами и отгрузкой любых деталей [1] и все еще не предусмотрена необходимость срочного внедрения современных системных методов обеспечения автосервисов запасными частями.

Необходимым условием существования качественного сервиса является эффективная организация его материально-технического обеспечения.

### ***Анализ исследований и постановка задачи***

Для решения вопросов обеспечения предприятий автосервиса запасными частями необходима разработка эффективной методики прогнозирования расходов запасных частей.

Проблемой повышения эффективности систем автосервиса за счет прогнозирования закупки запасных частей занимались такие ученые, как Г.В. Крамаренко, Е.И. Кривенко, О.Д. Маркин, О.С. Егорова, О.С. Мудунов, Е.А. Кирсанов, В.К. Толкачев, Л.Б. Миротин, В.А. Щетина, М.Я. Пронштейн, А.А. Таржибаев, В.В. Волгин и др. Внимание этих ученых главным образом направлено на проблему необходимости прогнозирования потребности автосервисного предприятия в запасных частях для их закупки.

Очевидно, что в своей деятельности предприятие использует материально-технические ресурсы (сырье, материалы, топливо, электроэнергию, комплектующие изделия и т. п.), которые в процессе производства превращаются в продукцию (услуги) и подлежат постоянному пополнению.

### ***Цель работы***

Повышение эффективности функционирования предприятий автосервиса на основе усовершенствования методики управления потребностью в запасных частях автомобилей.

### ***Основная часть***

В различных регионах автотранспортной техникой торгуют только предприятия, уполномоченные изготовителями автомобилей или их региональными филиалами представлять интересы изготовителей, рассматривать на месте все претензии по гарантиям, осуществлять ремонт только в соответствии с технологией, рекомендованной изготовителями, обеспечивать поставку любых запасных частей, включенных в прејскуранты изготовителей. Такие предприятия являются полномочными дилерами.

Основными целями развития дилерских сетей является наиболее полное удовлетворение потребностей клиентов и поддержание имиджа торговой марки.

В настоящее время движение запасных частей в дилерских сетях предприятий автосервиса происходит следующим образом: фирма-производитель автомобилей и запасных частей имеет центральный склад хранения, на котором хранится основное количество номенклатуры запасных частей (у некоторых производителей – до 80 %). Данное количество удовлетворяет потребность всего парка обслуживаемых автомобилей. Фирма-производитель поддерживает сеть региональных складов, на которых хранится значительно меньшее количество запасных частей по номенклатуре, но при этом по каждому наименованию создается запас, необходимый для бесперебойного функционирования предприятий региона в течение нескольких месяцев [1]. Размер регионального склада зависит от численности населения региона и количества автомобилей, находящихся в эксплуатации. Эти склады непосредственно осуществляют снабжение крупных предприятий автосервиса, имеющих статус официального дилера предприятия-изготовителя.

Как отмечено в [2], в настоящее время рынок запасных частей состоит фактически из двух компонентов: авторизованного рынка, образованного торговыми сетями автокомпаний, дилеры которых продают оригинальные запасные части потребителям; независимого рынка, созданного торговыми сетями глобальных операторов и независимых оптовых торговцев, поставляющих оригинальные и неоригинальные запасные части, независимыми розничными торговцами, предприятиями по продаже подержанных деталей, предприятиями по торговле восстановленными узлами и деталями.

При отсутствии на складе предприятия автосервиса необходимой запасной части осуществляется ее заказ на региональный склад. Использование современных информационных технологий позволяет получить информацию о наличии этой запчасты на региональном складе. В случае отсутствия запчасты на региональном складе она заказывается на центральном складе фирмы-изготовителя.

При изучении развития рынка автосервисных услуг важным аспектом является рассмотрение механизма его функционирования, определение и классификация факторов его формирования.

Результативность рынка автосервисных услуг связана с механизмом его функционирования, который характеризуется следующими составляющими:

- качеством предлагаемого товара – услуги предприятия автосервиса;
- рыночной ценой на автосервисные услуги;
- эффективностью производства автосервисных услуг;
- используемыми технологиями;
- прибыльностью автосервисного бизнеса и т. п.

Механизм функционирования рынка автосервисных услуг представляет собой способы поведения хозяйствующих субъектов на рынке, а также взаимодействие цен, спроса и

предложения. Поведение субъектов этого рынка определяет структура рынка соответствующих услуг. С одной стороны спрос на автосервисные услуги зависит от количества потребителей данных услуг (автовладельцев) и их доходов. С другой стороны, спрос на услуги автосервиса зависит от цены на них. Однако применение классического подхода, предполагающего зависимость спроса лишь от этих двух факторов – доходов и цен, приводит к чрезмерному упрощению и даже искажению ситуации.

Согласно закону спроса, при неизменности всех прочих параметров снижение цены на товар ведет к соответствующему возрастанию величины спроса на него, и, наоборот, повышение цены ведет к соответствующему уменьшению величины спроса.

К неценовым факторам, формирующим спрос на автосервисные услуги, относятся следующие:

1. Парк автомобилей, находящихся в личном пользовании граждан и в собственности организаций – общая численность, распределение по маркам и моделям.

К факторам, обуславливающим изменение показателя парка автомобилей, относятся:

- количество экспортируемых и импортируемых автомобилей;
- уровень продаж автомобилей;
- цены на автомобили;
- доступность автомобилей;
- уровень доходности населения.

Рост темпа жизни (особенно в крупных городах) в связи с переходом на рыночный тип экономического хозяйствования постепенно меняет отношение граждан к автомобилю. Автомобиль перестал быть роскошью и является средством удовлетворения насущной потребности выживания в быстроменяющихся рыночных условиях. Это способствует росту спроса на автосервисные услуги.

Важным индикатором [3], характеризующим соотношение спроса и предложения и отражающим рыночную конъюнктуру, является показатель доступности автомобиля для потребителя. Прямое воздействие увеличения доходов населения проявляется через увеличение парка автотранспортных средств и изменение его структуры.

2. Интенсивность эксплуатации автомобилей, которая, в свою очередь, зависит от следующих показателей [4]:

- пробег автомобиля с начала эксплуатации – «возраст» автомобиля;
- среднегодовой пробег автомобиля.

У прошедших капитальный ремонт легковых автомобилей число случаев ремонта на 1000 км пробега может быть ниже, чем у автомобилей, не прошедших капитального ремонта, в 3–5 раз [3].

3. Качество и комплексность оказываемых автосервисных услуг.

Чем выше уровень предлагаемых автосервисных услуг и больше их номенклатура, тем меньше работ осуществляется населением в порядке самообслуживания и выше доля работ, приходящихся на предприятия автосервиса. Наряду с ростом доходов наиболее обеспеченных и средних слоев населения этот фактор является стимулом для роста парка автомобилей и повышения степени автомобилизации населения страны [4].

4. Плотность размещения автосервисных предприятий и других предприятий системы обслуживания автотранспорта и автовладельцев.

Оптимальное размещение предприятий автосервиса позволяет снизить непроизводительные потери времени и средств клиентов (транспортировка автомобиля и ожидание в очереди) и тем самым повысить уровень спроса на услуги. Кроме того, косвенным образом оказывает влияние и размещение остальных элементов системы обслуживания автотранспорта и автовладельцев, так как возможность комплексного удовлетворения потребностей также положительным образом отражается на спросе на услуги автосервиса.

5. Доходы потребителей и уровень цен на услуги автосервиса.

В ряде случаев влияние фактора проявляется в возникновении потребности в услугах, повышающих уровень комфорта в автомобиле, – установка кондиционера, автоматической коробки передач, системы подогрева сидения и т. д.

Выделенные и обоснованные факторы можно классифицировать как факторы непосредственного влияния на формирование спроса и предложения на рынке автосервисных услуг.

Для эффективной работы автосервисного предприятия и построения модели прогноза расхода запасных частей предлагается использовать множественную линейную регрессию с учетом результатов ранее выполненных исследований [3, 5]. В общем случае уравнение регрессии для прогнозирования потребности в запасных частях выглядит следующим образом:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m, \quad (1)$$

где переменные  $x_{1..m}$  – являются факторными признаками.

В модель войдут лишь те факторы, количественный учет и прогнозирование изменения которых возможно сделать в условиях предприятия автосервиса (таблица 1).

Оценки параметров модели  $a_0, a_1, \dots, a_m$  – уравнение регрессии при помощи метода наименьших квадратов представим в матричном виде.

В рассмотренном уравнении регрессии матрицы коэффициентов при неизвестных параметрах имеют вид:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Вычисление параметров уравнения регрессии – трудоемкий процесс. Существующие в настоящее время пакеты прикладных компьютерных программ выполняют его автоматически.

Таким пакетом является универсальный статистический пакет Stadia.

С использованием модели 1, 2 введем указанные данные в электронную таблицу пакета в переменные  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . В меню «Статистические методы» в пункте «Регрессионный анализ» выбираем команду «M = Множественная линейная».

Таблица 1 – Ранжирование факторов, влияющих на расход запасных частей, для региональной системы автосервиса

№	Факторы	Единица измерения
1	Фактический расход запасных частей в предыдущем году	шт.
2	Средний пробег обслуживаемых автомобилей	тыс. км
3	Сезонность эксплуатации	$C^0$
4	Средний возраст обслуживаемых автомобилей	лет
5	Производство (продажа) новых автомобилей	шт.
6	Число заездов автомобилей на станцию	шт.
7	Остаток деталей на складе	шт.
8	Количество выходных и праздничных дней	дни

На экране, представленном на рисунке 1, заполняем поля данных. Введем переменную  $x_1$  (результативный признак) в панель Y – переменной, а переменные  $x_2 \dots x_8$  (фактор-

ные признаки) введем в панель аргументов X – переменной.

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
1	18	55	85	4	-10	32	115	11
2	24	65	105	4,5	-9	43	110	8
3	17	52	81	5	-4	35	124	11
4	16	50	92	4,5	4	52	141	10
5	22	60	98	5,5	12	40	154	12
6	13	48	85	5	16	51	142	10
7	12	50	96	3,5	18	38	115	8
8	14	42	82	3,5	16	36	134	10
9	22	61	95	5	10	45	172	8
10	30	69	102	6	4	64	194	8
11	27	60	97	4,5	-2	38	185	11
12	24	64	101	5	-8	62	166	9
13								
14								

Рисунок 1 – Исходные данные для построения модели множественной регрессии

Результаты

МНОЖЕСТВЕННАЯ ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ. Файл:

Y=x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8

Коэфф. a0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7

Значение -19,1 0,242 0,155 0,821 -0,171 -0,136 0,107 -0,177

Стошиб. 13 0,482 0,269 2,89 0,158 0,162 0,0429 0,94

Значим. 0,215 0,643 0,598 0,784 0,341 0,549 0,0673 0,853

Источник Сум.кв. Срем. св Средн.кв.адр.

Регресс. 349 7 49,9

Остаточн 17,7 4 4,42

Вся 367 11

Множеств R R^2 R^2прив Стошиб. F Значим

0,9756 0,95179 0,86741 2,103 11,3 0,0195

Гипотеза 1: <Регрессионная модель адекватна экспериментальным данным

Рисунок 2 – Результаты регрессионного анализа

Полученная модель прогнозирования выглядит следующим образом:

$$Y = -19,1 x_1 + 0,242 x_2 + 0,155 x_3 + 0,821 x_4 - 0,171 x_5 - 0,136 x_6 + 0,107 x_7 - 0,177 x_8.$$

Далее следует запрос интерполяции с вводом величин  $x_1 \dots x_8$ . Вводя прогнозные значения всех факторных признаков, получим прогнозируемое значение потребности в запасных частях.

Программа предлагает графическое отображение регрессионного анализа и сопоставляет расчетные и фактические значения результативного признака.

В таблице 2 приведены модели расхода запасных частей, относящихся к группе 2. Модели построены при помощи программы Stadia.

Таблица 2 – Регрессионные модели расхода запасных частей

Наименование детали	Номер по каталогу	Модель расхода запасных частей
Стойка передняя стабилизатора	5483038110	$Y = 20,19 + 0,27 * X_1 - 1,49 * X_7$
Колодки передние тормозные	58101-3КА20	$Y = 0,573 * X_1 + 8,25 * X_3 + 0,46 * X_5 + 10,7 * X_6$
Подшипник передний ступицы	51720-3А101	$Y = 3,27 + 0,23 * X_2 - 0,91 * X_7$
Втулка задняя стабилизатора	55513-3К100	$Y = 41,94 + 0,56 * X_1 - 0,91 * X_4$
Шаровая опора	5443038000	$Y = -8,7 + 0,16 * X_1 + 1,35 * X_3$

Для построения моделей использовались значения факторных признаков  $X_1 - X_7$  в течение 2013 г.

Адекватность – основное требование, предъявляемое к модели прогнозирования, определяющее возможность использования ее в прогнозах [5, 6, 7, 8]. Оценку адекватности моделей прогнозирования выполним для модели прогнозирования множественной линейной регрессии потребности в ремнях ГРМ (2412-38020). Данные детали относятся к группе запасных частей – двигатель.

Если модели прогнозирования правильно отражают систематические компоненты временного ряда, их можно признать адекватными. Это требование эквивалентно требованию, чтобы остаточная компонента  $\varepsilon_t$  удовлетворяла свойствам случайной компоненты временного ряда [5], например, случайности колебаний уровней остаточной последовательности.

ти. Для проверки данного требования используем таблицу 3.

Таблица 3 – Фактические и расчетные значения расхода ремней ГРМ (2412-3820) в 2013 г.

Фактический расход ремней ГРМ	23	25	27	23	21	20	20	21	23	23	22	18
Расчетное значение расхода ремней ГРМ	25,0	22,5	22,5	26,0	23,1	19,6	18,9	19,7	21,5	22,3	23,9	19,0
Отклонение (к)	-2	2,5	4,5	-3	-2,1	0,4	1,1	0,3	1,5	0,7	-1,9	-1
Точки пиков	-	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	-

Проверку случайности уровней ряда остатков проведем на основе критерия пиков (поворотных точек) [5]. Уровень последовательности  $\varepsilon_t$  считается максимумом, если он больше двух стоящих рядом уровней, т. е.  $\varepsilon_{t-1} < \varepsilon_t < \varepsilon_{t+1}$  или минимумом, если он меньше обоих соседних уровней, т. е.  $\varepsilon_{t-1} < \varepsilon_t < \varepsilon_{t+1}$ . В обоих случаях  $\varepsilon_t$  считается поворотной точкой. Общее число поворотных точек обозначим через  $p$ . Критерием случайности [5] с доверительной вероятностью 95 % является выполнение неравенства:

$$p > \left[ \bar{p} - 1,96\sqrt{\sigma_p^2} \right], \quad (3)$$

где  $\bar{p}$  – математическое ожидание числа точек поворота,

$\sigma_p^2$  – дисперсия числа точек поворота.

Квадратные скобки в неравенстве (3) означают целую часть числа.

$$\bar{p} = \frac{2}{3}(n-2); \sigma^2 = \frac{16n-29}{90}.$$

Если неравенство выполняется, модель прогнозирования считается адекватной.

Число точек пиков для обеих моделей равно шести ( $p = 6$ ),  $\bar{p} = 6,67$ ,  $\sigma_p^2 = 1,81$ .

Неравенство (3) выполняется. Модели прогнозирования потребности в ремнях ГРМ и передних бамперах являются адекватными.

### **Вывод**

Данная методика позволяет решить проблему повышения эффективности функционирования региональной системы автосервиса.

### **Список литературы**

1. Волгин, В. В. Запасные части : особенности маркетинга и менеджмента / В. В. Волгин. – М. : Ось-89, 1997. – 128 с.
2. Волгин, В. В. Автомобильный дилер [Текст] / В. В. Волгин. – М. : Ось-89, 1997. – 224 с.
3. Управление автосервисом: учеб. пособие для вузов / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Л. Б. Миротина. – М. : Экзамен, 2004. – 320 с.
4. Крамаренко, Г. В. Техническое обслуживание автомобилей: учеб. для вузов / Г. В. Крамаренко, И. В. Барашков. – М. : Транспорт, 1982. – 368 с.
5. Экономико-математические методы и прикладные модели [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. В. В. Федосеева. – М. : ЮНИТИ, 2002. – 391 с.

6. Егорова, Н. Е. Автосервис. Модели и методы прогнозирования деятельности / Н. Е. Егорова, А. С. Мудунов. – М. : Экзамен, 2002. – 256 с.
7. Кирсанов, Е. А. Совершенствование метода определения потребности в запасных частях для системы «автообслуживания» / Е. А. Кирсанов, В. К. Толкачев // Прогрессивные формы организации технического обслуживания автомобилей : сборник научных трудов МАДИ. – М., 1983. – С. 18–20.
8. Крамаренко, Г. В. Расчет потребности в запасных частях / Г. В. Крамаренко, Е. И. Кривенко // Автомобильный транспорт. – 1982. – № 2. – С. 36–38.

***И.Ф. Воронина, Ф.М. Судак, Д.С. Подгорный***  
***Автомобильно-дорожный институт***

***ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка***

**Совершенствование методики управления потребностью в запасных частях автомобилей на предприятиях автосервиса**

Автомобиль перестал быть роскошью и является средством удовлетворения насущной потребности выживания в быстроменяющихся рыночных условиях. Покупатели не хотят ремонтировать технику, а отечественные поставщики техники, которые не имеют сервисных инфраструктур, – не могут. Сбыт автотранспортной техники, не обеспеченной сервисом, становится проблематичным. У отечественных автомобильных заводов нет систем складов с централизованным управлением запасами и отгрузкой любых деталей и все еще не предусмотрена срочная необходимость внедрения современных системных методов обеспечения предприятий автосервиса запасными частями. Важным условием качественного сервиса является эффективная организация его материально-технического обеспечения. Неудовлетворительная работа подсистем материально-технического обеспечения предприятия автосервиса приводит к простоям автомобилей в ремонте и, как следствие, к снижению конкурентоспособности предприятия на рынке. Для решения вопросов обеспечения предприятия запасными частями необходима разработка эффективной методики прогнозирования расходов запасных частей предприятиями автосервиса.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ, ПРЕДПРИЯТИЕ АВТОСЕРВИСА, СЕТЬ ДИЛЕРСКАЯ, УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ, СКЛАД РЕГИОНАЛЬНЫЙ, СЕЗОННОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ЗАПЧАСТЕЙ, УРОВЕНЬ ПРОДАЖ АВТОМОБИЛЕЙ, STADIA

***I.F. Voronina, F.M. Sudak, D.S. Podgorny***

***Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka***

**Technique Improvement of the Automobile Parts Demand Management at Service Centers**

An automobile is not a luxury anymore and it is a means of essential needs satisfaction to survive in fast changing market conditions. Customers do not want to repair their automotive engineering while domestic suppliers cannot repair it because they do not have service centers. Automotive engineering distribution not provided by the service is problematic. Domestic automobile plants do not have warehouse system with the centralized inventory control and shipment of any parts and there is no still urgent need in the implementation of modern system techniques of service centers provision with automobile parts. The important condition of the qualitative service existence is an effective organization of its material logistics. Unsatisfactory operation of material logistics subsystems of service centers leads to automobile downtime and consequently to the competitiveness reduction of the enterprise at the market. To solve the problems of the enterprise provision by automobile parts it is necessary to develop an effective prediction technique of parts consumption by service centers.

MATERIAL LOGISTICS, SERVICE CENTER, DEALER NETWORK, REGRESSION EQUATION, REGIONAL WAREHOUSE, AUTOMOBILE OPERATION SEASONALITY, MODELLING OF PARTS CONSUMPTION, AUTOMOBILE SALES LEVEL

**Сведения об авторах:**

**И.Ф. Воронина**

Телефон: 0501891135  
 Эл. почта: voronina.adi@mail.ru

**Ф.М. Судак**

Телефон: 0509963988

**Д.С. Подгорный**

Телефон: 0999531362

*Статья поступила 04.04.2016*

*© И.Ф. Воронина, Ф.М. Судак, Д.С. Подгорный, 2016*

*Рецензент: С.В. Никульшин, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДонНТУ»*