

УДК 629.113

Ю.В. Шапкина, Н.А. Кузьмин, В.А. Шапкин

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА НА УСЛУГИ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлена методика прогнозирования спроса на услуги станции технического обслуживания автомобилей. Разработанная математическая модель позволяет произвести прогнозирование спроса на услуги автосервисного предприятия по таким его показателям, как среднесуточное количество обращений и средняя трудоемкость одного обращения. На основании полученных данных возможны оценка деятельности предприятия, разработка методик повышения эффективного его функционирования.

*Ключевые слова:* станция технического обслуживания автомобилей, автосервисные услуги, прогнозирование спроса, среднесуточное количество обращений, суточная трудоемкость работ.

Существенное увеличение численности парка автомобилей в России (в значительной степени – доли автомобилей иностранного производства) обостряет конкуренцию на рынке предоставления автосервисных услуг. В настоящее время большинство существующих предприятий автосервиса страны не готово к работе в условиях возросшей конкуренции и недостатка информации о собственной клиентуре, ее реальных потребностях. Требуется совершенствование методов управления данными предприятиями на основе изучения и прогнозирования адекватного спроса на свои услуги.

Изучение и прогнозирование спроса дают возможность наиболее полноценного развития предприятия в современных рыночных условиях. Полученные данные могут служить основанием для переоборудования станции технического обслуживания автомобилей (СТОА): оптимизации числа постов (для обеспечения должного уровня их загрузки); повышения вероятности выполнения производственных заданий; контроля за величиной потерь, связанных с функционированием системы в целом.

Данные об услугах позволят выделить среди них наиболее важные для клиента и отдать им предпочтение в планировании размещения технологических процессов, распределении затрат на оборудование и работников.

*Первым этапом* прогнозирования показателей спроса является анализ тенденций развития автомобильного парка района деловой активности рассматриваемой СТОА, которым в данном исследовании явился г. Нижний Новгород.

Результаты моделирования по ретроспективному периоду на 2006–2010 гг. позволили спрогнозировать динамику изменения автомобильного парка г. Нижнего Новгорода, представленную на рис. 1. Данное моделирование производилось в 2005 году [1] и на настоящий момент совпало с существующим уровнем.

Произведенный ретроспективный анализ подтвердил свою тенденциозность и может по представленному алгоритму проводиться и применяться в дальнейшем [2, 3].

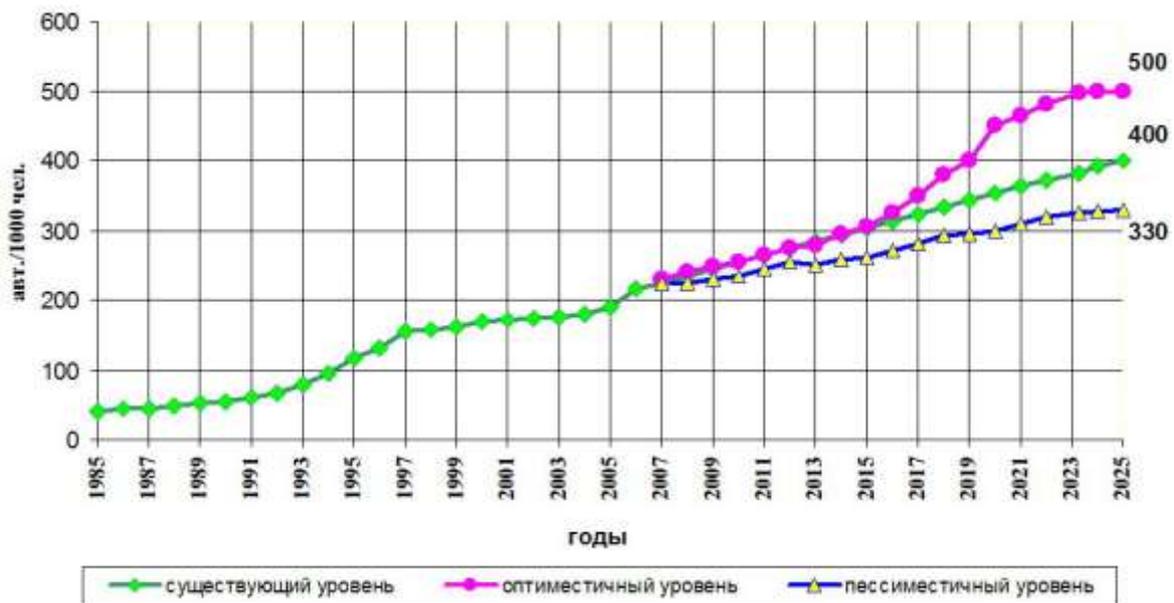
*Вторым этапом* исследований является непосредственно прогнозирование показателей спроса на услуги рассматриваемого предприятия, т.е. количества среднесуточных обращений и распределения суточной трудоемкости по различным участкам на базе разработанной математической модели. В модели учитываются следующие факторы:

- возможное изменение общего количества автомобилей  $N_{\text{авт}}$  находящихся в зоне деловой активности рассматриваемой СТОА;

- интенсивность эксплуатации, т.е. среднегодовой пробег  $\bar{L}_T$  автомобилей, находящихся в рассматриваемом регионе, а также динамику его изменения по различным периодам года;
- средняя наработка  $\bar{I}_j$  на один автомобиле-заезд на СТОА;
- возможное изменение доли рынка  $K_j$ , занимаемой данным предприятием в районе деловой активности;
- доли владельцев  $\alpha$ , обращающихся на СТОА:

$$\bar{N}_{ij} = \frac{N_{\text{авт}} \cdot \bar{L}_T \cdot K_{cj} \cdot \alpha \cdot K_j}{(I_j \cdot D_p)}, \quad (1)$$

где  $K_{cj}$  - коэффициент, учитывающий сезонность годового пробега автомобилей рассматриваемого региона;  $D_p$  - количество дней работы данного предприятия за рассматриваемый период.



**Рис. 1. Прогноз развития автомобильного парка г. Нижнего Новгорода (легковые автомобили отечественного и зарубежного производства) от 2005 года**

Для упрощения модели с учетом краткосрочного периода прогнозирования без потери точности получаемого результата, можно принять постоянными следующие величины:

- средний годовой пробег  $\bar{L}_T$ ;
- коэффициент, учитывающий динамику посезонного изменения среднегодового пробега  $K_{cj}$ ;
- долю владельцев, пользующихся услугами СТО в данном регионе  $\alpha$ ;
- режим работы СТО, определяющийся количеством дней работы  $D_p$  предприятия на рассматриваемых периодах года;
- $\bar{t}_{1обрj}$  – среднюю трудоемкость одного обращения.

Получены зависимости (математические модели), позволяющие осуществлять прогнозирование суточного количества обращений (табл. 1). Модели разрабатывались и апробировались для конкретной СТОА «Омега» г. Нижнего Новгорода [3, 4].

Таблица 1

## Зависимости для прогнозирования спроса на услуги СТО «Омега»

Наименование участков	Зависимости для прогнозирования суточного количества обращений
Участок по диагностике и ремонту ЭСУД*	$\bar{N}_{ij}^{сут} = 15777,85 \cdot K_{Cj} \cdot \left[ 0,0015 + 0,0003t - 0,0011 \sin\left(\frac{2\pi t}{1,77} + 2,3\right) \right]$
Участок электротехнических работ	$\bar{N}_{ij}^{сут} = 34797,98 \cdot K_{Cj} \cdot \left[ 0,0014 - 0,00005t + 0,00024 \cos\left(\frac{2\pi t}{1,2}\right) + 0,00024 \sin\left(\frac{2\pi t}{1,2}\right) \right]$
Участок общего ремонта	$\bar{N}_{ij}^{сут} = 29831,09 \cdot K_{Cj} \cdot \left[ 0,0031 - 0,00001t + 0,00068 \cos\left(\frac{2\pi t}{1,19} - 0,2\right) + 0,00068 \sin\left(\frac{2\pi t}{1,19} - 0,2\right) \right]$
Участок по ремонту узлов и агрегатов	$\bar{N}_{ij}^{сут} = 38710,27 \cdot K_{Cj} \cdot \left[ 0,001 - 0,0006t + 0,00041 \cos\left(\frac{2\pi t}{1,2} + 0,1\right) + 0,00041 \sin\left(\frac{2\pi t}{1,2} + 0,1\right) \right]$
Участок по регулировке углов установки управляемых колес	$\bar{N}_{ij}^{сут} = 40597,64 \cdot K_{Cj} \cdot \left[ 0,00044 - 0,000003t + 0,000072 \cos\left(\frac{2\pi t}{1,51} + 0,6\right) + 0,000072 \sin\left(\frac{2\pi t}{1,51} + 0,6\right) \right]$

Примечание:\* – ЭСУД-электронные системы управления двигателем

Для последующей оценки эффективности предприятия в целом необходимо осуществить выбор временного периода, исходя из необходимости учета максимальной нагрузки на производственные подразделения моделируемого предприятия, а также требования нахождения суточного количества обращений в данном периоде в области верхней доверительной границы колебаний (соответствующей вероятности 95%) на прогнозном периоде [4, 5]. В соответствии с поставленной задачей был выбран период с 01.04.2011 по 31.03.12 гг.

Результаты прогнозирования спроса на услуги предприятия (среднего суточного количества обращений) представлены на рис. 2–6.

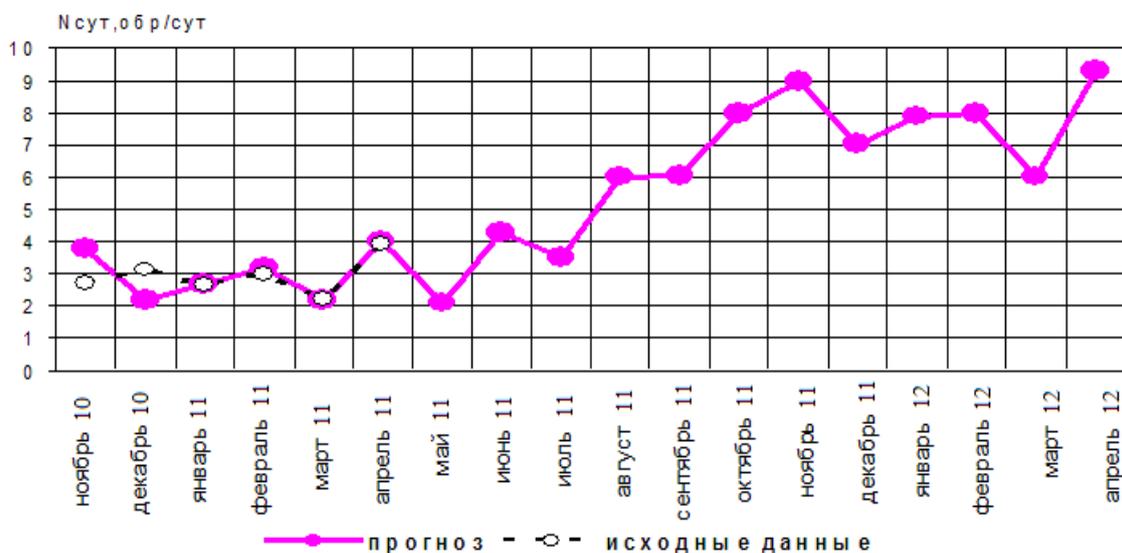


Рис. 2. Прогнозирование среднего суточного количества обращений для участка «Диагностика и ремонт ЭСУД»

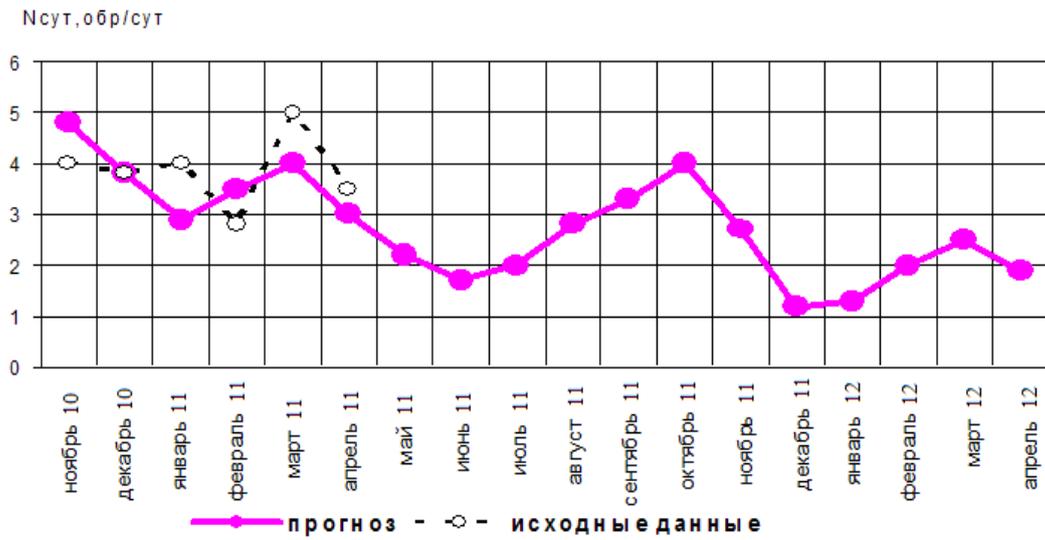


Рис. 3. Прогнозирование среднего суточного количества обращений для участка «Электротехнические работы»

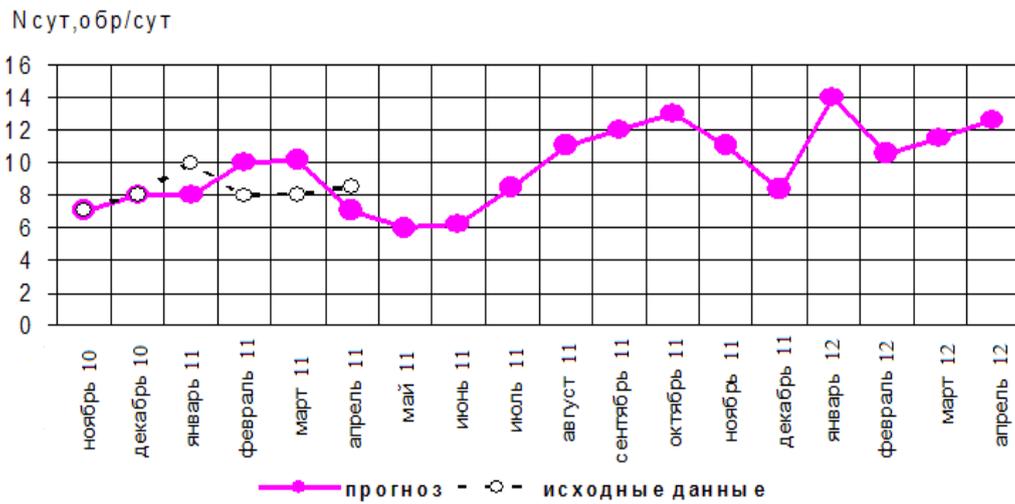


Рис. 4. Прогнозирование среднего суточного количества обращений для участка «Общий ремонт»

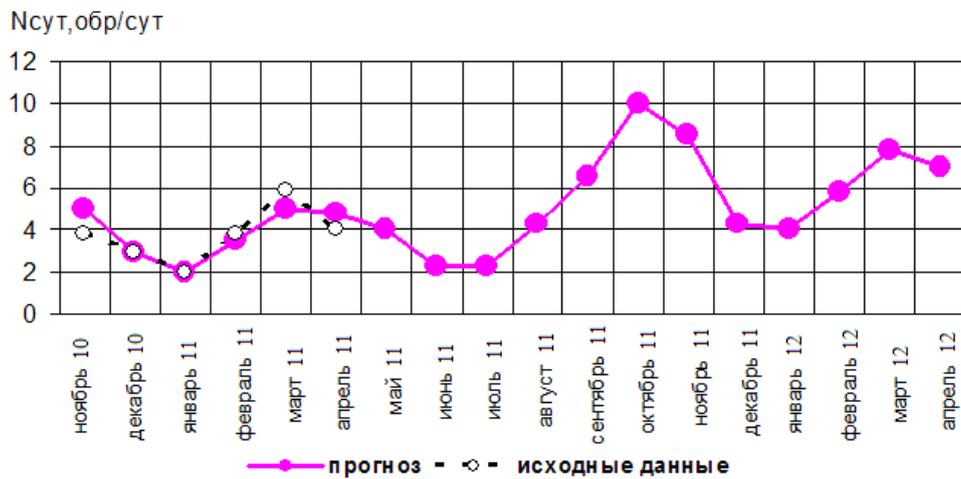


Рис. 5. Прогнозирование среднего суточного количества обращений по участку «Ремонт узлов и агрегатов»

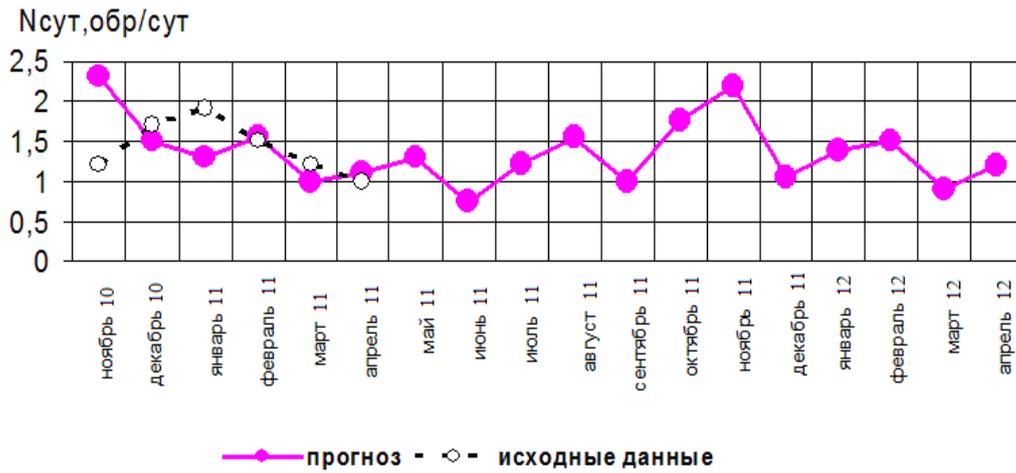


Рис. 6. Прогнозирование среднего суточного количества обращений по участку «Регулировки углов установки управляемых колес»

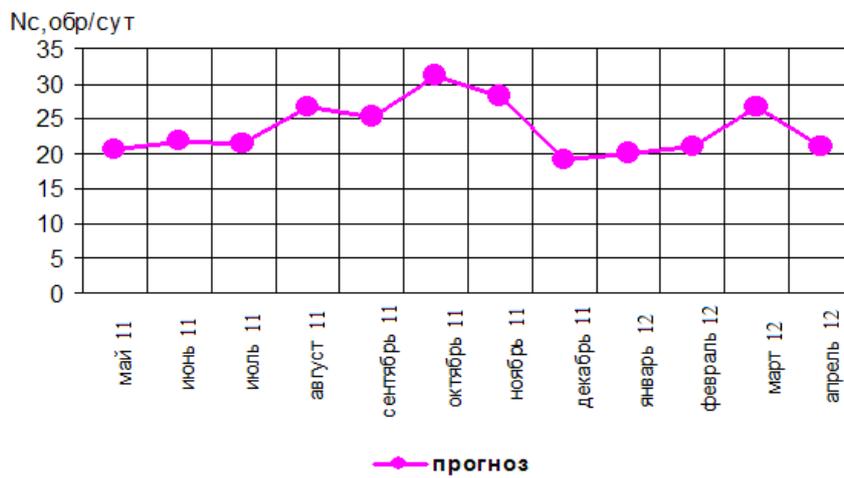


Рис. 7. Изменение общего количества обращений на СТО «Омега» по периодам года на 2011–2012 гг. (прогнозируемый период)

Приведенные зависимости позволяют утверждать об устойчивом спросе на услуги рассматриваемого предприятия СТОА «Омега».

Показатели спроса для выбранного временного периода, являющиеся исходными данными для моделирования, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Прогнозные величины для СТО «Омега»

Наименование участка	$N_c$ ,обр/сут	$t_{1обр}$ чел. час	$\sigma(t_{1обр})$ чел. час	$v(t_{1обр})$	$t_c$ чел. час	$\sigma(t_c)$ чел. час	$v(t_c)$
ЭСУД	9,348	0,62	0,291	0,469	4,91	2,891	0,59
ЭТР	4,091	0,849	0,612	0,721	3,47	3,036	0,87
Общий ремонт	14,874	0,895	1,68	1,305	13,31	17,712	1,33
РУА	9,808	1,109	1,643	1,482	10,88	16,485	1,52

Прогнозные величины, представленные в табл. 2:

$$N_c = \frac{\sum_{k=1}^{n_{\text{выб}}} N_{ck}}{n_{\text{выб}}} \text{ — среднесуточное количество обращений;}$$

$$t_{1обрI} = \frac{\sum_{I=1}^{N_{\Sigma}} t_{1обрI}}{N_{\Sigma}} \quad \text{– трудоемкость одного обслуживания};$$

$$\sigma(t_{1обрI}) = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^{N_{\Sigma}} (t_{1обрI} - \bar{t}_{1обрI})^2}{N_{\Sigma} - 1}} \quad \text{– среднеквадратическое отклонение трудоемкости одного обслуживания};$$

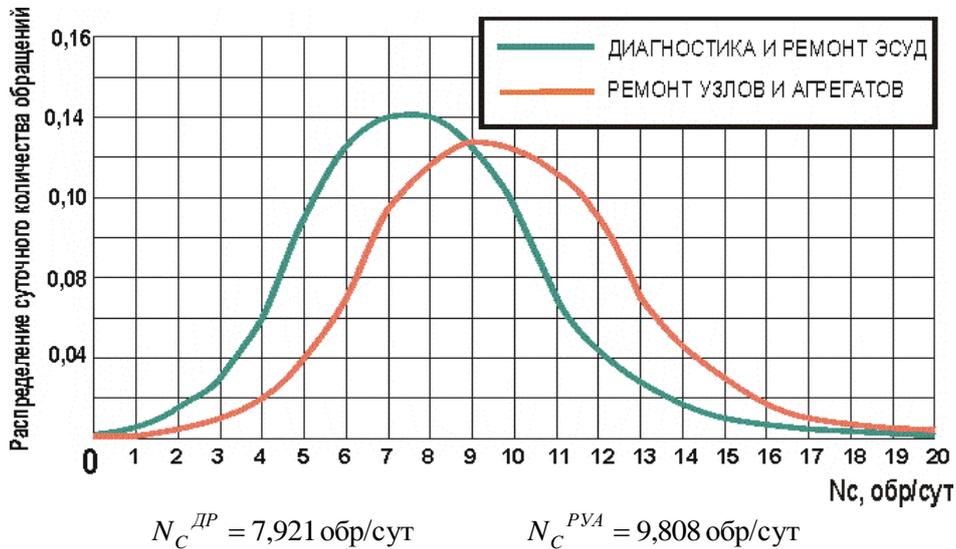
$\nu(t_{1обрI})$  – коэффициент вариации трудоемкости одного обслуживания;

$\bar{t}_c = \bar{t}_{1обр} \cdot \bar{N}_c$  – суточная трудоемкость работ;

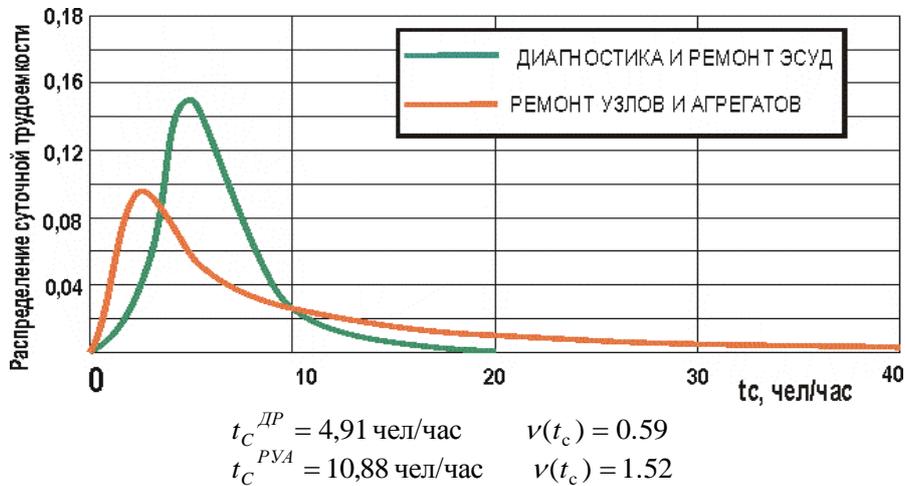
$\sigma(t_c) = \sqrt{\bar{t}_{1обр}^2 \cdot \bar{N}_c \cdot \bar{N}_c^2 \cdot \sigma^2(t_{1обр})}$  – среднеквадратическое отклонение суточной трудоемкости работ;

$\nu(t_c)$  – коэффициент вариации суточной трудоемкости работ.

Распределения суточного количества обращений и суточной трудоемкости, полученные для указанного прогнозного временного периода, приведены на рис. 8 – рис. 11.



**Рис. 8.** Распределение суточного количества обращений для участков «Диагностика и ремонт ЭСУД» и «Ремонт узлов и агрегатов»



**Рис. 9.** Распределение суточной трудоемкости для участков «Диагностика и ремонт ЭСУД» и «Ремонт узлов и агрегатов»

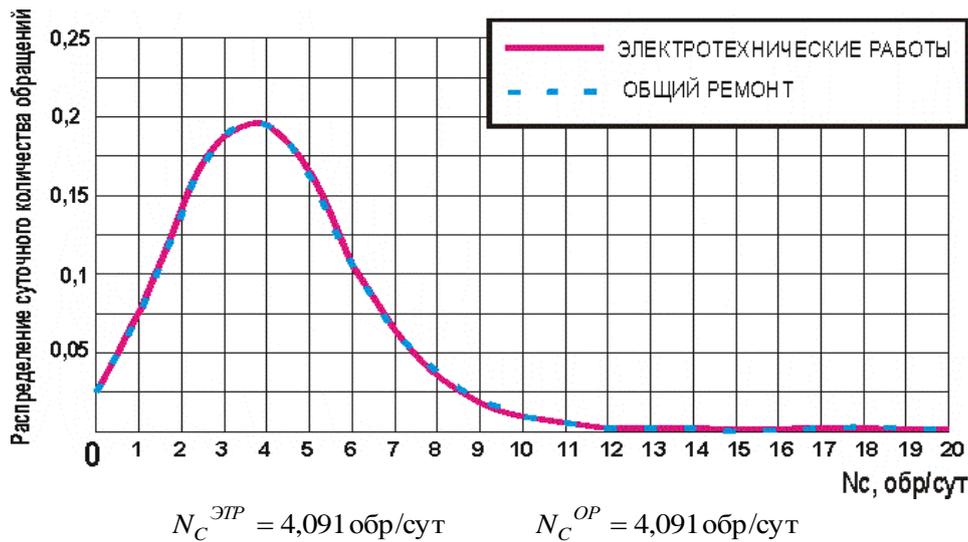


Рис. 10. Распределение суточного количества обращений для участков: «Электротехнические работы» «Общий ремонт»

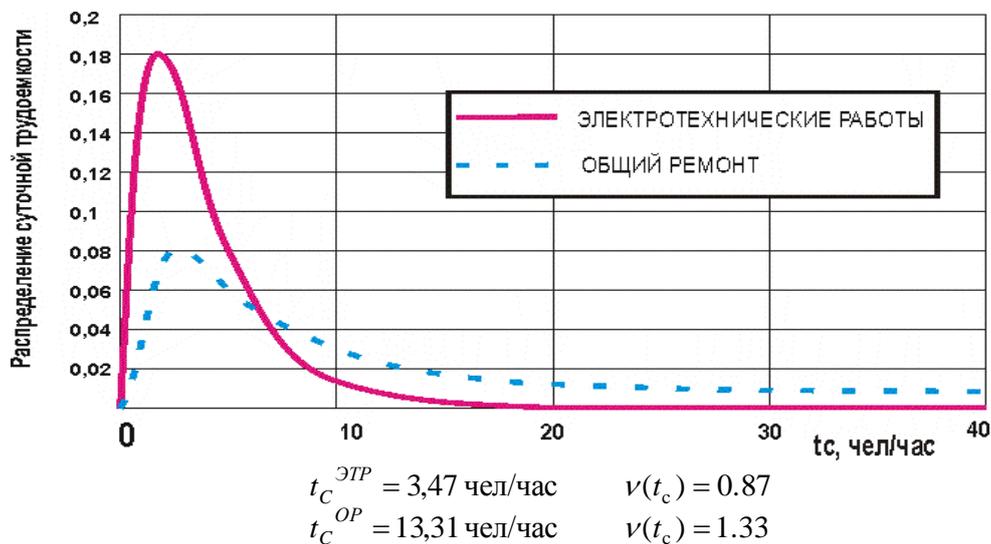


Рис. 11. Распределение суточной трудоемкости для участков: «Электротехнические работы» и «Общий ремонт»

### Выводы

Представленный методический подход позволяет с остаточной точностью производить необходимые расчеты, связанные с прогнозированием спроса на услуги автосервисных предприятий, что является необходимым условием для обеспечения успешной работы и долгосрочных перспектив выживаемости предприятия.

Практическая реализация данной методики обеспечит руководителей СТОА оперативной информацией и позволит принимать решения, касающиеся рационального варианта настройки производственных подразделений соотносительно с анализом его планировочных решений и возможностью размещения в существующем производственном корпусе необходимого количества постов либо изменения режима работы СТО.

На основании полученных данных возможна разработка методик эффективного функционирования предприятия как на настоящий момент, так и на перспективу, что позволит наиболее полно использовать производственные мощности, удовлетворять потребности клиентов и обеспечить устойчивость положения СТОА на рынке.

### Библиографический список

1. **Кузьмин, Н.А.** Процессы и причины изменения работоспособности автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин; НГТУ. – Н. Новгород, 2005. – 160 с.
2. **Кузьмин, Н.А.** //Динамика роста парка легковых автомобилей в Нижнем Новгороде и области / Н.А. Кузьмин, Ю.И. Молев, В.А. Шапкин // Безопасность транспортных средств в эксплуатации: сб. материалов 71-й международной научно-технической конференции; НГТУ. – Н. Новгород, 2010. С. 153–154.
3. **Шапкин, В.А.** Анализ парка легковых автомобилей в Нижнем Новгороде и области / В.А. Шапкин, Ю.В. Шапкина, А.А. Заботин // Будущее технической науки: материалы IX Международной молодежной научно-технической конференции; НГТУ. Н. Новгород, 2010. – С. 160–162.
4. **Шапкин, В.А.** Определение показателей качества обслуживания клиентов СТО автомобилей // Будущее технической науки: материалы X международной молодежной научно-технической конференции / В.А. Шапкин; Ю.В. Шапкина; НГТУ. – Н. Новгород, 2011. С. 173-174
5. **Шапкина, Ю.В.** Анализ методов исследования и прогнозирования рынка автосервисных услуг // Будущее технической науки: материалы IX Международной молодежной научно-технической конференции; НГТУ. – Н. Новгород, 2010. С. 157–158.
6. **Шапкина, Ю.В.** Оценка показателей эффективности услуг станции технического обслуживания / Ю.В. Шапкина, Н.А. Кузьмин // Будущее технической науки: материалы IX Международной молодежной научно-технической конференции; НГТУ. – Н. Новгород, 2010. С. 159–160.

*Дата поступления  
в редакцию 17.10.2011*

**J.V Shapkina, N.A. Kuzmin, V.A. Shapkin**

### **FORECASTING OF DEMAND FOR SERVICES OF CARS SERVICE STATION**

This article describes method of forecasting the demand for car service station. The developed mathematical model allows to make forecasting of demand for services of the autoservice enterprise on its such parameters, as daily average quantity of references and average labour input of one reference. On the basis of the received data the assessment of activity of the enterprise, development of procedures of increase of its effective functioning is possible.

*Key words:* servicing deport of cars, autoservice services, forecasting of demand, daily average quantity of references, daily labour input of works.