

Владимир Н. Козловский, Дмитрий И. Панюков, Наталья В. Афиногентова  
**ПРОГНОЗНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ВОПРОСАХ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГАРАНТИИ НОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

*В статье представлены результаты разработки универсальной методологии прогнозирования гарантийных затрат как для новых проектов, так и для серийно выпускаемых автомобилей. С помощью разработанной прогностической модели можно проводить оценку текущего уровня затрат путем интегрирования в модель данных о надежности и ремонтпригодности автомобилей, находящихся в гарантийной эксплуатации, а также прогнозировать бюджет на гарантию как по отдельным моделям автомобилей, так и по всей линейке.*

*Ключевые слова:* автомобилестроение; прогнозное моделирование; гарантия на автомобиль.

*Форм. 7. Рис. 3. Лит. 12.*

Володимир М. Козловський, Дмитро І. Панюков, Наталія В. Афіногентова  
**ПРОГНОЗНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПИТАННЯХ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАРАНТІЇ НОВИХ АВТОМОБІЛІВ**

*У статті представлено результати розробки універсальної методології прогнозування гарантійних витрат як для нових проектів, так і серійних випусків автомобілів. За допомогою розробленої прогностичної моделі можна оцінювати поточний рівень витрат шляхом інтегрування в модель даних про надійність і ремонтпридатність автомобілів, що знаходяться в гарантійній експлуатації, а також проводити прогнозування бюджету на гарантію як за окремими моделями автомобілів, так і для всієї лінійки.*

*Ключові слова:* автомобілебудування; прогнозне моделювання; гарантія на автомобіль.

Vladimir N. Kozlovskiy<sup>1</sup>, Dmitriy I. Panyukov<sup>2</sup>, Natalya V. Afinogentova<sup>3</sup>  
**PREDICTIVE MODELLING IN NEW CARS ASSURANCE**

*The article presents the results of the development of the universal forecasting methodology for warranty costs of new projects and standard production cars. The authors' predictive model can assess the current level of costs through integration into the model the data on reliability and maintainability of vehicles which are in the warranty period operation in order to forecast the budget warranty for certain car models, and of the entire line of vehicles produced.*

*Keywords:* car manufacturing; predictive modelling; car warranty.

**Постановка проблемы.** Современная автомобильная промышленность России представляет собой локомотив развития всей экономики страны. Высокие технологии процессов проектирования, производства, продажи и обслуживания продукции, а главное инновационные методы управления корпоративными процессами во многих случаях проходят первичную апробацию именно в секторе массового производства автомобилей. В последние годы произошло резкое ужесточение конкуренции на автомобильном рынке России. В таких условиях традиционные российские марки, а также иностранные автопроизводители ищут пути оптимизации затрат при одновременном обеспечении высокого уровня качества и конкурентоспособности продукции и услуг. Одним из направлений такой работы является разработка про-

---

<sup>1</sup> Volga Region State University of Service, Tolyatti, Russia.

<sup>2</sup> Volga Region State University of Service, Tolyatti, Russia.

<sup>3</sup> Volga Region State University of Service, Tolyatti, Russia.

гностических моделей оценки гарантийных затрат на обеспечение надежности и ремонтпригодности автомобилей.

**Анализ последних исследований.** Обеспечение экономической эффективности процессов жизненного цикла автомобилей является важной задачей автопроизводителей. Компании последовательно разрабатывают и реализовывают программы оптимизации затрат. Однако такая оптимизация ни в коей мере не должна затрагивать интересы потребителей, тем более влиять на их удовлетворенность и лояльность [1–3; 6]. То есть, обеспечение качества, надежности и ремонтпригодности автомобилей должно быть на самом высоком уровне. При этом возникает важная задача, связанная с балансом интересов автопроизводителя и потребителей в реализации процессов поддержания эксплуатационной эффективности автомобилей [4; 5]. Данная задача может быть решена путем разработки аналитических инструментов прогнозирования бюджета на гарантийное обеспечение автомобилей в эксплуатации.

**Целью исследования** является разработка метода прогнозирования затрат на обеспечение эксплуатационной эффективности новых автомобилей в течение гарантийного периода.

**Основные результаты исследования.**

**Метод прогнозирования затрат на обеспечение эксплуатационной эффективности новых автомобилей, находящихся в гарантийной эксплуатации.** Современная практика проектирования и производства новых автомобилей такова, что с целью повышения конкурентоспособности автопроизводители постоянно сокращают временные циклы разработки, начиная с компонентой базы, заканчивая крупными узлами и автомобилем в целом. Процессы оптимизации затрат, естественно, затрагивают и проектные этапы жизненного цикла продукции, при этом обеспечивается высокий (до 80%) уровень унификации компонентой базы новых проектов автомобилей с уже серийно выпускаемыми [10]. При этом прогнозная оценка бюджета на гарантийное обеспечение автомобилей, выпускаемых на рынок, на 70–80% определяется показателями качества и надежности соответствующих узлов и деталей на уже выпускаемых конструкциях автотранспортных средств [11; 12]. Далее, с наполнением эксплуатационной базы по новым автомобилям происходит замещение данных и осуществляется полноценный переход к анализу новой модели.

Для формирования бюджета на гарантию новых автомобилей необходимо определить среднюю стоимость устранения отказов на весь срок гарантии:

$$\bar{z}_{cp} = Z_n / V, \quad (1)$$

где  $\bar{z}_{cp}$  – средняя стоимость устранения отказов автомобиля на весь срок гарантии, руб.;  $Z_n$  – полная сумма затрат на устранение отказов в автомобилях, выпущенных за отчетный месяц, руб.,  $V$  – количество выпущенных автомобилей за отчетный месяц, шт.

С момента выпуска автомобиля и до момента окончания предъявления затрат по гарантии проходит длительный период (период наблюдения):

- для 2-годовой гарантии – до 36 месяцев (рис. 1);
- для 3-годовой гарантии – до 42 месяцев.

Доля затрат, %



Рис. 1. Изменение долей затрат на устранение отказов в гарантийный период эксплуатации автомобилей, построено по материалам [5]

Іменно по цьому на момент проведення розрахунку необхідна повна інформація про витрати в гарантії по автомобілям тієї ж моделі, випущеним більше 36 місяців назад. В разі відсутності такої інформації реалізується прогностическа модель, уявляюа аспекти уніфікації компонентної бази нового проекту автомобілів (уніфікована модель).

Повна сума прогнозованих витрат на усунення відмов автомобілів, існуючих незавершений період спостереження, складається з двох частин: фактическі витрати і сума залишку.

Повна сума витрат розраховується по формулі:

$$Z_n = \sum_{i=1}^m Z_{\phi}^i + \sum_{i=1}^m Z_o^i \quad (2)$$

де  $Z_{\phi}^i$  – фактическі витрати  $i$ -го місяця випуску, руб.;  $Z_o^i$  – сума залишку (прогнозована)  $i$ -го місяця випуску, руб.

Фактическі витрати – це витрати, фактическі пред'явлені автопроизводителю на момент проведення розрахунку. Вони розраховуються по формулі:

$$Z_{\phi}^i = \sum_{j=0}^n Z_j^i \quad (3)$$

де  $Z_j^i$  – фактическі витрати  $i$ -го місяця випуску в  $j$ -м періоді спостереження, руб.

Сума залишку – це прогнозовані витрати, які будуть пред'явлені автопроизводителю в майбутньому, до закінчення гарантії. Слідовательно, для автомобілів з незавершеною гарантією необхідно проводити розрахунок по залишескій частці витрат в відповідності з їх розподілом на автомобілі, існуючі завершенний період гарантії, або в відповідності з уніфікованою моделлю.

Сума залишку (прогнозована) розраховується по формулі:

$$Z_o^i = Z_{\phi}^i \times d_o^i \quad (4)$$

де  $d_o^i$  – сумарна частка залишку  $i$ -го місяця випуску, %.

Суммарная доля остатка рассчитывается по формуле:

$$d_o^i = \sum_{j=0}^n d_j^b, \quad (5)$$

где  $d_j^b$  – доля средних затрат базового периода выпуска в  $j$ -м периоде наблюдения, %.

Доля средних затрат базового периода выпуска рассчитывается по формуле:

$$d_j^b = z_j^b / \sum_{j=1}^m z_j^b, \quad (6)$$

где  $z_j^b$  – средние затраты базового периода выпуска в  $j$ -м периоде наблюдения, руб.

Средние затраты базового периода выпуска рассчитываются по формуле:

$$z_j^b = \sum_{i=1}^{12} z_i^b / 12, \quad (7)$$

где  $z_i^b$  – затраты базового периода выпуска в  $i$ -м месяце выпуска, руб.

Прогноз затрат, приходящихся на 3-й год гарантии, наступающего в период с 23-ого по 36-ой месяц выполняется по линейному тренду на основе данных о затратах за период с 12-ого по 22-ой месяц наблюдения (рис. 2). Распределение затрат (доли затрат) в момент окончанием гарантии (период наблюдения с 23 по 30 месяц) сдвигают на 12 месяцев назад.

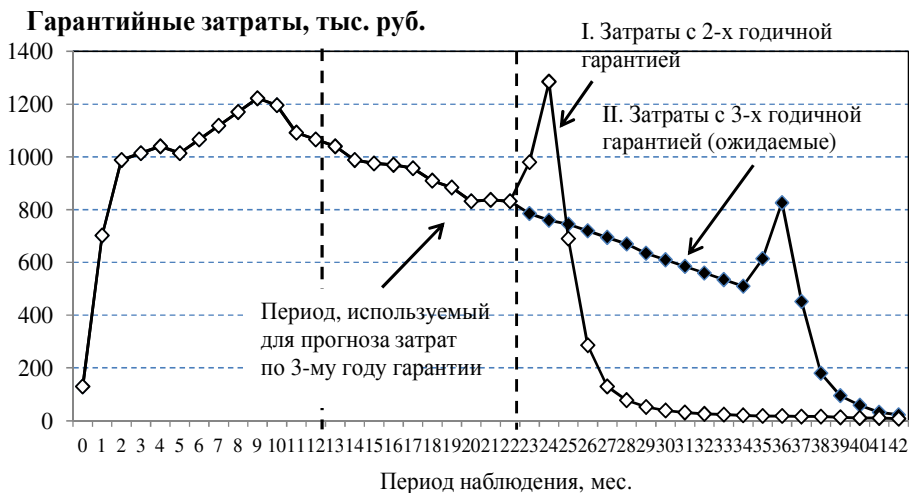


Рис. 2. Прогнозирование затрат на устранение отказов в гарантии, построено по материалам [5]

В общем виде таблица расчета суммы гарантийных затрат представлена на рис. 3.

Полная сумма затрат в ближайших к расчетному месяцу выпусках (6 месяцев) приводится по среднему значению результатов за предыдущие месяцы выпуска (30 месяцев).

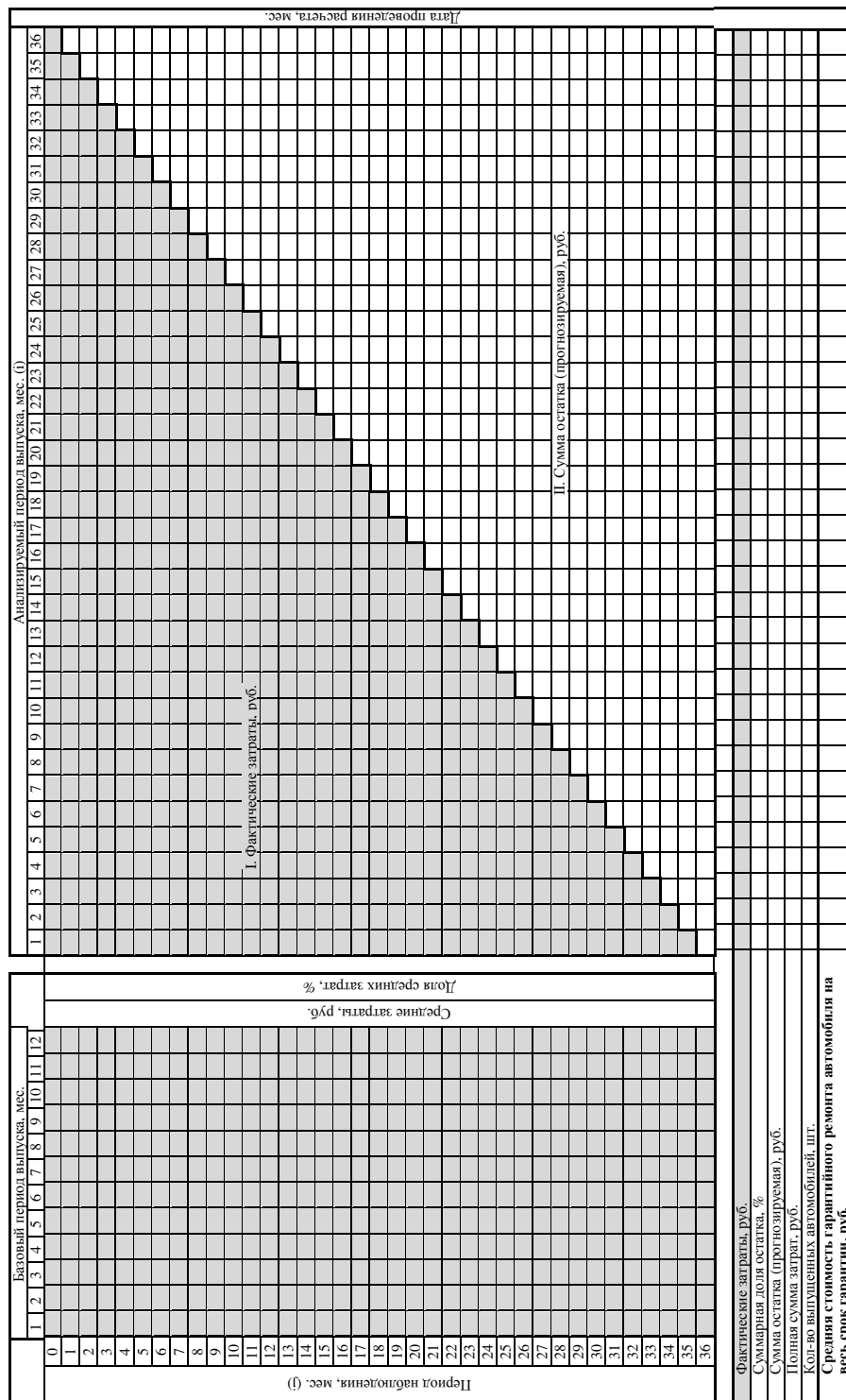


Рис. 3. Таблица для расчета суммы гарантийных затрат, построено по материалам [10]

Таблица расчета суммы затрат (рис. 3) разработана таким образом, чтобы обеспечить процесс накопления данных, поступающих из гарантийной эксплуатации по группам автомобилей с определенной датой выпуска, в качестве которой рассматривается месяц и год. Внутренняя структура таблицы обеспечивает расчет всех соответствующих количественных характеристик, необходимых для прогнозирования бюджета.

В российском автопроме бюджет на гарантию традиционно утверждается на годовой период. У западных автопроизводителей, существует так называемая перспективная гибкая система определения бюджета, которая предусматривает прогноз затрат по выпущенным автомобилям на весь период гарантийной эксплуатации, а также прогноз затрат на будущие выпуски. Разработанная нами методология прогноза укладывается как в традиционную, так и перспективную схему прогнозирования. Для реализации инструментов прогноза затрат в гарантии по будущим выпускам автомобилей требуется введение дополнительной таблицы, аналогичной представленной на рис. 3, где полный расчет параметров проводится на основе количественных характеристик плана выпуска новых автомобилей и показателей, отражающих уровень затрат на устранение отказов в гарантийном периоде для автомобилей той же модели, уже находящихся в эксплуатации.

**Выводы.** Разработанный метод прогнозирования затрат на гарантийное обеспечение автомобилей в период эксплуатации создает предпосылки для рационализации существующего процесса, исходя из внедрения инструментов оценки фактического и остаточного уровня затрат. Фактический уровень рассчитывается, исходя из имеющихся данных об устранении отказов автомобилей на предприятиях фирменного сервиса. Уровень затрат для новых моделей автомобилей, выпускаемых на рынок, определяется прогнозной оценкой, через соответствующие показатели, отражающие затраты по унифицированной компонентной базе комплектующих изделий по другим серийно выпускаемым автомобилям той же марки. Для серийно выпускаемых автомобилей уровень остатка постоянно уточняется за счет системной актуализации и наполнения данных таблицы расчета суммы гарантийных затрат.

1. *Айдаров Д.В.* Совершенствование методики оценки процессов системы менеджмента качества предприятия-поставщика автокомпонентов: Дис... канд. техн. наук : 05.02.23. – Тольятти, 2011. – 131 с.

2. *Годлевский В.Е., Плотников А.Н., Юнак Г.Л.* Применение статистических методов в автомобилестроении / Под ред. А.В. Васильчука. – Самара: Перспектива, 2003. – 196 с.

3. *Годлевский В.Е., Юнак Г.Л.* Менеджмент качества в автомобилестроении: Монография / Под ред. А.В. Васильчука. – Самара: Офорт; Академический инжиниринговый центр, 2005. – 628 с.

4. *Клейменов С.И., Строганов В.И., Козловский В.Н.* Комплексная оценка удовлетворенности потребителей качеством автомобилей // Стандарты и качество (Москва). – 2013. – №5. – С. 94–99.

5. *Козловский В.Н., Строганов В.И.* Аналитические исследования качества автомобилей в эксплуатации: Монография. – Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing, AV Akademikerverland GmbH&Co., Deutschland, 2013. – 140 с.

6. *Немцев А.Д.* Стратегия формирования конкурентоспособности машиностроительной продукции: Монография. – Саратов: Саратов. унив-т, 2001. – 100 с.

7. *Немцев А.Д., Козловский В.Н.* Моделирование – инструмент управления качеством // Автомобильная промышленность (Москва). – 2003. – №10. – С. 1–3.

8. *Панюков Д.И., Козловский В.Н.* Комплекс обеспечения качества системы электрооборудования автомобилей: Монография. – Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing, AV Akademikerverlag GmbH&Co., Deutschland, 2014. – 360 с.

9. *Строганов В.И., Клейменов С.И., Козловский В.Н.* Модели аналитических исследований качества и надежности легковых автомобилей в эксплуатации // Автомобильная промышленность (Москва).– 2013.– №9. – С. 2–6.

10. *Строганов В.И., Козловский В.Н.* Инновационные методы исследования качества и надежности электромобилей и автомобилей с гибридной силовой установкой: Монография. – М: МАДИ, 2012. – 260 с.

11. *Ютт В.Е., Козловский В.Н.* Математическое моделирование надежности системы электрооборудования современного легкового автомобиля // Электроника и электрооборудование транспорта (Москва).– 2009.– №1. – С. 31–34.

12. *Ютт В.Е., Козловский В.Н.* Надежность системы электрооборудования современного автомобиля // Электроника и электрооборудование транспорта (Москва).– 2008.– №3. – С. 37–40.

Стаття надійшла до редакції 27.10.2014.