

УДК 004.413

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ГАРАНТИЙНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА НОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

© 2024 Д.А. Панфилов¹, В.Н. Козловский², О.И. Антипова³, А.С. Клентак³

¹ АО «АВТОВАЗ», г. Тольятти, Россия

² Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

³ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 15.05.2024

В работе представлены результаты разработки и реализации комплексных инструментов факторного анализа и прогнозирования показателей качества при решении задач, направленных на эффективное обеспечение гарантийных обязательств автопроизводителя.

Ключевые слова: конкурентоспособность, качество, автомобиль.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-3-10-15

EDN: TSRTFW

Нормы действующего законодательства определяют ответственность за качество производимых работ, товаров, оказываемых услуг. Организации, являющиеся производителями, продавцами и исполнителями, обязаны в рамках действующего гражданского законодательства устанавливать гарантийный срок, в течение которого покупатель может потребовать безвозмездного устранения недостатков [1 – 3].

Гарантийные затраты один из показателей, влияющий на прибыль предприятия, на маржинальность продукта (рисунок 1).

Влияние на прибыль показателей рынка, цены, маркетинговой активности и себестоимости можно оценивать при помощи факторного анализа.

Затраты на гарантию одна из составляющих переменной себестоимости продукции [4, 5]. Хотя гарантия занимает незначительную долю (около 1%) в самой себестоимости, она имеет важную имиджевую составляющую продукции, от которой зависят будущие продажи. Да и сама удельная величина гарантийных затрат (1 миллиард рублей).

Законодательством РФ предусмотрены два метода учета для целей налогообложения расходов на гарантийный ремонт и обслуживание: непосредственное списание фактически произведенных в течение гарантийного срока затрат в состав прочих расходов, связанных с произ-

водством и реализацией; формирование резерва на гарантийный ремонт с последующим списанием фактически произведенных расходов за счет средств созданного фонда.

Второй метод предпочтительнее, так как позволяет правильнее отражать затраты по гарантии для управленческой отчетности. Для формирования резерва ключевой вопрос – размер ставки, которую мы обязаны направлять в резерв за каждый проданный автомобиль.

Основная сложность в том, что уже при реализации, при нулевом пробеге автомобиля, мы должны положить в резерв сумму гарантийных затрат, которая покроет затраты на ремонт автомобиля в течении всего гарантийного срока.

На текущий момент ставки определяются в среднем по семействам на основании, имеющейся статистики, либо экспертно для новых моделей. Усреднение ставки облегчает расчеты, но имеет существенные недостатки: из-за большого количества комплектаций, реализуемых каждый месяц, (более двухсот) средняя оценка скрывает влияние фактора структурных изменений в модельном ряде; затраты по гарантии одной модели в комплектации стандарт (Е0) и люкс (Е2) могут сильно различаться, так как разное количество комплектующих, усреднение искажает расчет маржинальной эффективности конкретной комплектации, у дорогих комплектаций она будет завышена, а у дешевых занижена; так как срок жизни комплектации менее двух лет, не удастся воспользоваться реальной статистикой гарантийных затрат по данной комплектации и нельзя показать величину гарантийных затрат конкретной комплектации; сложно делать прогноз ставки при изменении условий гарантии на автомобиль либо его конкретный узел.

Панфилов Дмитрий Александрович, главный специалист. E-mail: panfilovda28@yandex.ru

Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор. E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru

Антипова Ольга Игоревна, кандидат технических наук, доцент. E-mail: OlechkaNE@bk.ru

Клентак Анна Сергеевна, кандидат технических наук. E-mail: anna_klentak@mail.ru



Рисунок 1 – Схема распределения затрат на обеспечение качества автомобилей на этапах жизненного цикла

Затраты по гарантии состоят из: затрат, подчиняющихся случайным процессам, когда при отказе, поломке клиент сам обращаемся в дилерский центр сразу либо при удобном времени, если можно продолжать эксплуатировать автомобиль; затрат (Отзывные компании), которые инициирует изготовитель, для возможного предотвращения репутационных издержек и возможных исков от клиентов; расчеты ставки в каждом случае должны производиться отдельно.

Далее будет рассматриваться расчет ставки для случайных отказов.

Каждый комплектация автомобиля состоит из узлов, агрегатов и комплектующих. Каждый узел имеет свои показатели качества и свою статистику гарантийных затрат. Причем один узел может использоваться не только в разных комплектациях, но и разных моделях.

Если предположить, что вероятности возникновения дефектов в различных узлах не зависят друг от друга, то ставка гарантийных затрат определенной комплектации будет равна сумме ставок каждого узла и комплектующих, входящих в нее.

$$WR_k = \sum_{n=1}^{N_k} WR_{kn}, \quad (1)$$

где WR_{kn} – ставка отчисления в резерв на гарантийные затраты n -го узла, входящую в k -ую комплектацию; N_k – количество узлов в k -ой комплектации.

Ставка – это величина, зависящая от большого количества переменных

$$WR_n = Def_n * (CostS_n * Tr_n + SP_n + Material_n), \quad (2)$$

где WR_n – ставка гарантийных затрат на единицу продукции; Def_n – дефектность n -го узла в течении срока гарантии; $CostS_n$ – средняя стоимость

нормо-часа услуг сервиса на устранение дефектов n -го узла; Tr_n – трудоемкость устранения дефекта; SP_n – средняя стоимость запасных частей; $Material_n$ – средняя стоимость материалов.

Рассмотрим показатель дефектности. Дефектность – количество отказов в гарантийный период эксплуатации. Она также зависит от многих параметров:

- качества изготовления узла, качество конструкции,
- интенсивности использования автомобиля,
- лояльность клиента к сервису бренда,
- влияние условий эксплуатации

Интенсивность использования автомобиля будем оценивать интенсивностью эксплуатации в месяц – расстояние, проезжаемое автомобилем в месяц. Она хорошо описывается гамма распределением, плотность распределения представлена на графике (рисунок 2).

Сделаем допущение, что интенсивность использования автомобилей не меняется от периода гарантии. Тогда доля автомобилей с i -ой интенсивностью использования

$$P_i = F_{a,b}(ICO_i) - F_{a,b}(ICO_{i-1}), \quad (3)$$

где P_i – доля автомобилей с i -ой интенсивностью использования ICO_i ; $F_{a,b}(ICO_i)$ – функция распределения интенсивности использования.

Пробег автомобиля зависит от времени эксплуатации (месяц гарантии) и интенсивности эксплуатации (рисунок 3).

$$MIL_{i,j} = ICO_i * J, \quad (4)$$

где ICO_i – интенсивность эксплуатации автомобиля в месяц (средний пробег автомобиля) i -го интервала использования; J – период гарантии (j -ый месяц)

Таблица 2 – Усредненные статистические данные по уровню объема выпущенных автомобилей, проходящих техническое обслуживание в гарантии

	ТО1	ТО2	ТО3	ТО4	ТО5	ТО6
100%	80%	60%	45%	30%	20%	15%

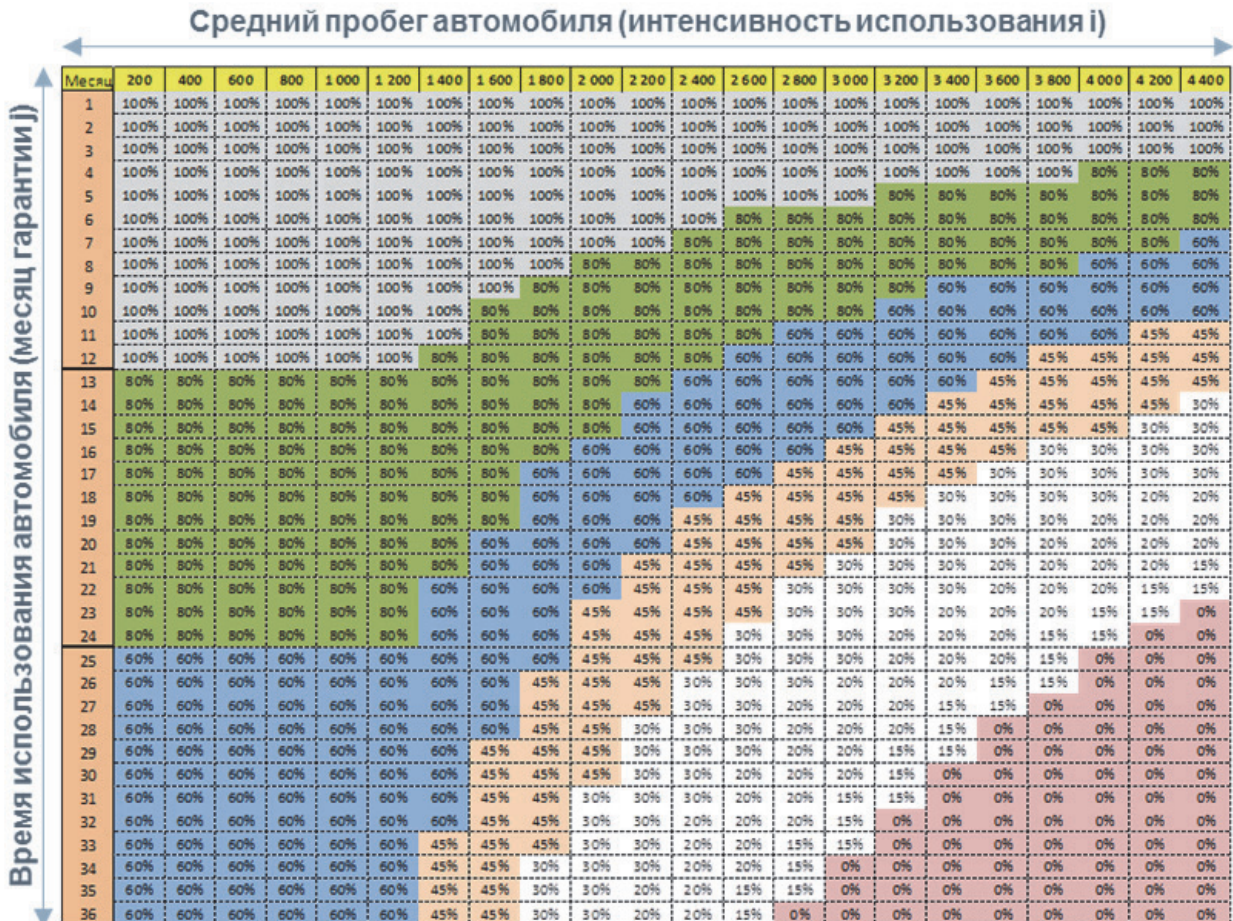


Рисунок 4 – Модернизированная матрица распределения данных, отражающих средний пробег автомобилей и время использования автомобиля (месяц гарантии)

Лояльность к сервису бренда будем оценивать по прохождению технического обслуживания на гарантийных машинах, по их доли заезда.

Гарантийные обязательства предоставляются при выполнении 4 условий: максимальный пробег – 100 000 километров,

срок гарантии 3 года (36 месяцев),

прохождение ТО через каждые 15 000 км либо через 1 год (12 месяцев) эксплуатации.

$$\begin{cases} MIL_{max} \leq 100\,000\,km \\ J \leq 36\,mont * s \\ (MIL_{TO_{i+1}} - MIL_{TO_i} \leq 15\,000\,km) \\ (J(TO_{i+1}) - J(TO_i) \leq 12\,mont * s) \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом, за 3 года гарантии можно пройти от 2 до 6 технического обслуживания автомобилей. Информация о прохождении ТО обрабатывается информационной системой и доли прохождения можно представить таблицей 2.

Эти условия позволяют построить матрицу с коэффициентами доли гарантийного парка, имеющего право на гарантийный ремонт от интенсивности пробега и срока гарантии. Цветами отмечены зоны технического обслуживания (рисунок 4).

Доля гарантийного парка от начального 100% на *j-ом* месяце гарантии можно определить по формуле

$$RateGP_j = \sum_{i=0}^{j-1} K_{i,j} * P_i, \quad (6)$$

где $K_{i,j}$ – доля прохождения технического обслуживания *i-го* интервала интенсивности использования автомобиля и *j-го* месяца гарантии

Добавим в модель фактор надежности

Доля отказов (вероятность дефектов) узла определяем по формуле

$$RateDef = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (7)$$

Преобразуем формулу

$$RateDef_{i,j} = 1 - e^{-\lambda MIL_{i,j}}, \quad (8)$$

где $RateDef_{i,j}$ – вероятность возникновения дефекта в изделии при i -ой интенсивности эксплуатации и j -ом периоде гарантии; $MIL_{i,j}$ – пробег автомобиля при i -ой интенсивности эксплуатации и j -ом периоде гарантии; λ_n – параметр надежности n -го изделия. Определяется на основании имеющейся статистики или экспертной оценки для нового изделия.

Количество дефектов узла

$$VolDef_j = Ret * \sum_{i=0}^{imax} K_{i,j} * P_i * (1 - e^{-\lambda * J * ICO_{i,j}}), \quad (9)$$

где, $VolDef_j$ – количество дефектов после j -ого месяца гарантии; Ret – количество проданных изделий

$$Def_n = \sum_{i=0}^{imax} K_{i,j} * P_i * (1 - e^{-\lambda * J * ICO_{i,j}}), \quad (10)$$

Def_n – дефектность узла с учетом факторов лояльности клиентов к сервису бренда и интенсивностью использования автомобиля j -го месяца.

Формула для анализа ставки отчисления в гарантийный ремонт автомобиля, состоящего из n узлов и комплектующих

$$WR = \sum_{n=1}^N \left\{ \sum_{i=0}^{imax} K_{i,j} * P_i * (1 - e^{-\lambda * J * ICO_{i,j}}) \right\} * (CostS_n * Tr_n + SP_n + Material_n). \quad (11)$$

Для анализа влияния гарантийных затрат на прибыль предприятия можно преобразовать формулу

$$WExp = WS \sum_{m=1}^M \alpha_m \sum_{n=1}^{N_m} \left\{ \sum_{i=0}^{imax} K_{i,j} * P_i * (1 - e^{-\lambda * J * ICO_{i,j}}) \right\} * (CostS_n * Tr_n + SP_n + Material_n). \quad (12)$$

где $WExp$ – гарантийные затрат; WS – количество реализованных автомобилей; M – количество комплектаций отгруженных за период; α_m – доля m -ой комплектации в отгрузке.

Используя формулу можно построить следующий факторный анализ, влияния выделенных факторов на финансовые результаты предприятия, разделив ответственность по службам предприятия.

Таким образом, модель факторного анализа затрат исходящей логистики на внутреннем рынке, может быть представлена в виде

$$OutLog = N * \sum_{i=1}^I \left\{ \alpha_i * \sum_{j=1}^J \left(\beta_{ij} * \sum_{k=1}^K \left\{ \gamma_{ijk} * \sum_{m=1}^M (\mu_{ijkm} * P_{ijkm} * T_{ijkm}) \right\} \right) \right\}, \quad (13)$$

где рассматриваемые факторы:

N – Количество перевезенных автомобилей;

α_i – МІХ географии поставок – доля перевезенных автомобилей в i -ый узел доставки (город);

β_{ij} – МІХ места отгрузки – доля перевезенных автомобилей в i -ый узел доставки из j -ого места отгрузки (j – от 1 до 3 заводы производителя);

γ_{ijk} – МІХ видов транспорта – доля перевезенных автомобилей в i -ый узел доставки из j -ого места отгрузки k -ым видом транспорта (k – от 1 до 3 автомобильный, железнодорожный, терминал);

μ_{ijkm} – МІХ тарифов перевозки – доля перевезенных автомобилей в i -ый узел доставки из j -ого места отгрузки k -ым видом транспорта перевозчиком m -ого уровня;

P_{ijkm} – полнота загрузки на автовоз перевезенных автомобилей в i -ый узел доставки из j -ого места отгрузки k -ым видом транспорта перевозчиком m -ого уровня;

T_{ijkm} – Тариф перевозки одного автомобиля перевезенного автомобилей в i -ый узел доставки из j -ого места отгрузки k -ым видом транспорта перевозчиком m -ого уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козловский, В.Н. Концепция методологии комплексной программы улучшений / В.Н. Козловский, Д.И. Благовещенский, Д.В. Айдаров, Д.И. Панюков, Р.Д. Фарисов // Стандарты и качество. – 2022. – № 7. – С. 36-42.
2. Панюков, Д.И. Новое руководство по FMEA: структурный анализ процессов / Д.И. Панюков, В.Н. Козловский, Д.В. Айдаров // Методы менеджмента качества. – 2020. – № 10. – С. 36-42.
3. Козловский, В.Н. Стратегическое планирование конкурентоспособности с точки зрения качества / В.Н. Козловский, С.А. Шанин, Д.И. Панюков // Стандарты и качество. – 2017. – № 3. – С. 76-80.
4. Kozlovskiy, V. System of customer satisfaction monitoring by new cars in view of perceived quality / V. Kozlovskiy, D. Aydarov // Quality - Access to Success. – 2017. – Т. 18. – № 161. – С. 54-58.
5. Козловский, В.Н. Мониторинг удовлетворенности потребителей качеством автомобилей / В.Н. Козловский, Д.В. Антипов, Д.И. Панюков // Стандарты и качество. – 2016. – № 6. – С. 100-105.

**FACTOR ANALYSIS IN SOLVING THE PROBLEMS OF GUARANTEEING
THE QUALITY OF NEW VEHICLES IN OPERATION**

© 2024 D.A. Panfilov¹, V.N. Kozlovsky², O.I. Antipova³, A.S. Klentak³

¹ JSC «AVTOVAZ», Togliatti, Russia

² Samara State Technical University, Samara, Russia

³ Samara National Research University named after academician S.P. Korolyov, Samara, Russia

The paper presents the results of the development and implementation of complex tools for factor analysis and forecasting quality indicators when solving problems aimed at effectively ensuring the warranty obligations of the automaker.

Key words: competitiveness, quality, car.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-3-10-15

EDN: TSRTFW

REFERENCES

1. *Kozlovskij, V.N. Konceptiya metodologii kompleksnoj programmy uluchshenij / V.N. Kozlovskij, D.I. Blagoveshchenskij, D.V. Ajdarov, D.I. Panyukov, R.D. Farisov // Standarty i kachestvo. – 2022. – № 7. – S. 36-42.*
2. *Panyukov, D.I. Novoe rukovodstvo po FMEA: strukturnyj analiz processov / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovskij, D.V. Ajdarov // Metody menedzhmenta kachestva. – 2020. – № 10. – S. 36-42.*
3. *Kozlovskij, V.N. Strategicheskoe planirovanie konkurentosposobnosti s točki zreniya kachestva / V.N. Kozlovskij, S.A. SHanin, D.I. Panyukov // Standarty i kachestvo. – 2017. – № 3. – S. 76-80.*
4. *Kozlovskij, V. System of customer satisfaction monitoring by new cars in view of perceived quality / V. Kozlovskiy, D. Aydarov // Quality - Access to Success. – 2017. – T. 18. – № 161. – S. 54-58.*
5. *Kozlovskij, V.N. Monitoring udovletvorennosti potrebitelej kachestvom avtomobilej / V.N. Kozlovskij, D.V. Antipov, D.I. Panyukov // Standarty i kachestvo. – 2016. – № 6. – S. 100-105.*

Panfilov Dmitry Alexandrovich, Chief Specialist.

E-mail: panfilovda28@yandex.ru

Kozlovsky Vladimir Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor. E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru

Antipova Olga Igorevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. E-mail: OlechkaNE@bk.ru

Klentak Anna Sergeevna, Candidate of Technical Sciences. E-mail: anna_klentak@mail.ru