

УДК 656.02

## КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГНОЗОВАНОЇ КІЛЬКОСТІ ЗАПЧАСТИН З УРАХУВАННЯМ МАЛИХ ВИБІРОК СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ

*Петровський А.В., Петровський В.П.*

*Херсонський національний технічний університет*

*Планування роботи АТП на відповідний період значним чином впливає на прогнозування конкретних видів витрат, у тому числі на витрати пов'язані із придбанням та встановленням запчастин. Додатковим фактором, ускладнюючим прогнозування оцінки технічного стану транспортних засобів, є накопичування великої кількості статистичних даних, виборки яких для подальшого моделювання малими АТП є непрезентативними. Аналіз існуючих концепцій моделювання кількості запасних частин призводить до необхідності розробки більш спрощеної моделі. У статті пропонується використання бази знань для формування та використання аналітичних залежностей у вигляді провідних функцій відказів. Розроблений алгоритм аналізу параметрів рухомого складу з використанням бази знань, дозволяє скоротити час моделювання для визначення кількості запчастин на планований період. Запропонована концептуальна модель відрізняється від існуючих удосконаленим алгоритмом з наявністю бази знань. Найбільш привабливим сегментом ринку для практичного використання моделі є невеликі АТП.*

*Ключові слова:* АТП, прогнозування кількості запчастин, база знань, алгоритм аналізу параметрів рухливого складу, концептуальна модель.

**Вступ.** Сучасне АТП для підвищення конкурентоздатності на ринку автотранспортних послуг повинно контролювати всі матеріальні потоки, пов'язані із його господарчою діяльністю для визначення вузьких місць, де можливе зниження витрат, що дозволить знизити ціни на транспортування. Значною мірою контроль залежить і від очікуваних витрат, які можуть бути спрогнозовані на основі аналітичної інформації з первісних документів: договорів на обслуговування парку транспортних засобів (ТЗ), на перевезення, актів технічного огляду поточного стану ТЗ та ін.

**Актуальність досліджень.** Такі витрати, як витрати на придбання та встановлення запчастин, дуже важко піддаються аналізу, оскільки знос тієї чи іншої запчастини залежить від великої кількості параметрів: кількості вантажу, перевезеного за одну поїздку (наслідком перевантаження є, наприклад, підвищений знос двигуна та рухомої складової, шин), покриття дороги, майстерності водія, кількості рейсів та багатьох інших. Більшість з них накопичуються і впливають на роботу автопарку не одразу на наступний рейс, а згодом [1]. Тому прогнозування таких витрат є однією з актуальніших проблем автотранспортних підприємств. Точність прогнозування всієї роботи АТП на планований період значним чином впливає на прогнозування конкретних видів витрат, у тому числі на витрати, пов'язані із придбанням та встановленням запчастин.

Потреба АТП у запасних частинах визначається, в основному, надійністю автомобілів (агрегатів, деталей), інтенсивністю експлуатації і віковою структурою рухливого складу. Надійність автомобілів (агрегатів, деталей) оцінюється за провідною функцією потоку відмовлень, що визначається ресурсами деталей до відмови [2]. У роботі [3, 4] розглянуто підхід, що дозволяє об'єднати методи оцінки надійності автомобіля і методи прогнозування потреби в запасних частинах, агрегатах шляхом створення і використання єдиної інформаційної бази, при цьому провідна функція потоку відмовлень і пробіг з початку експлуатації, зв'язуються не тільки функціонально, але і мають єдину інформаційну основу, визначаються надійністю деталей автомобіля. Тому вказані показники на рівні середніх і великих транспортних підприємств визначаються з використанням єдиної інформаційної бази даних (ЄІБД), що включає дані про надійність деталей, вузлів і агрегатів автомобіля.

Перебування провідної функції потоку відмовлень деталей і річного пробігу автомобіля в єдиній інформаційній базі можливо, якщо останній показник обчислювати на основі моделювання імовірності безвідмовної роботи (коефіцієнта випуску) рухливого

складу з урахуванням надійності агрегатів, вузлів, деталей автомобіля. При цьому прогноз потреби в запасних частинах ґрунтується на обчисленні характеристик процесу відновлення деталей, агрегатів і автомобіля, моделюванні коефіцієнта випуску і прогнозуванні пробігу на плановий період по вікових групах автомобілів. Аналогічно визначається потреба в автомобільних агрегатах. Механізм моделювання повинен самостійно брати за основу накопичувальні статистичні дані великої кількості параметрів, які тим чи іншим чином мають вплив на знос прогнозованих типів запчастин.

Дані обстежень АТП показують, що тут може бути досить велика різноманітність у розподілах навіть початкових пробігів, але при цьому можна виділити два особливих випадки: перший, коли спостерігається однакове число автомобілів всіх вікових категорій (рівномірний розподіл); і другий, коли вся група автомобілів одного року випуску. Але це лише один з багатьох прикладів складності подальшого використання статистичних даних. Ще одним прикладом складності використання такої моделі є доступ та поповнення ЄІБД різними АТП.

Тобто на цей час є необхідністю така концепція моделювання, яка значною мірою адекватності та спрощення відображає дійсний стан рухомого стану автопарку конкретного підприємства та його потреби на певний період на прикладі визначення кількості запчастин.

**Метою дослідження** є створення моделі та алгоритму визначення прогнозної кількості запчастин з урахуванням малих вибірок статистичних даних, що є особливістю для малих підприємств з невеликим автопарком. Об'єктом дослідження у статті є рухомий склад АТП. Предметом дослідження є логістичні процеси закупівлі запчастин. Методами дослідження є ймовірнісні методи та методи інформаційних технологій.

**Результати досліджень.** Пропонується використання бази знань, до якої заносяться аналітичні залежності провіної функції відказів для всіх запчастин, по яких є накопичувана інформація у ЄІБД. З урахуванням складності прогнозування доцільно використовувати загальний алгоритм обробки накопичуваних даних. Одним з прикладів використання методів імовірнісного підходу, коли кількість та асортимент деталей на заміну планується залежно від поточного стану транспортних засобів та прогнозованого пробігу на поточний рік індивідуально до кожного транспортного засобу і є даний алгоритм:

1. Насамперед згрупувати транспортні засоби з однаковими каталожними номерами запчастин та які мають невеликий строк експлуатації.
2. Класифіковані групи розглядають окремо. По кожній групі формують перелік запчастин з ресурсом пробігу за технічними характеристиками виробників.
3. За методами прогнозування, на базі даних попередніх періодів та наявних договорів поточного року моделюють рівняння прогнозу пробігів кожного транспортного засобу та визначають пробіг на кінець поточного року.
4. За допомогою математичного апарата теорії ймовірностей створюють математичну модель імовірних поламок з урахуванням: пробігу на початок поточного року, останній ремонт кожного з обраних для обстеження вузлів та агрегатів, пробіг на кінець поточного року.
5. Аналізують економічну ефективність від заздалегідь придбаних запчастин, підлеглих заміні протягом поточного року.

Блок-схема визначення необхідної кількості запчастин представлена на рис. 1.

Після аналізу договорів на трансфер вантажів та визначення прогнозованого пробігу, картина по пробігах, можливо, виявиться неоднозначною: чи рівномірний розподіл, чи пробіги зосереджені в досить вузькому інтервалі. У всіх інших випадках початкові пробіги повинні бути змодельовані з урахуванням залежності середніх річних пробігів від терміну служби:

$$L_r = f(T_c), \quad (1)$$

де  $f(T_c)$  – функція залежності середніх річних пробігів від терміну служби; пробігів, накопичених з початку експлуатації  $L_H$ , а також відповідних залежностей для середніх квадратичних відхилень  $\delta_r = f(T_c)$ ,  $\delta_H = f(T_c')$  і заданих (обраних) законів розподілу. Для формування бази вихідних даних (блок 1) використовуються фактичні дані АТП, нормативні дані, скоректовані з урахуванням умов експлуатації автомобілів.

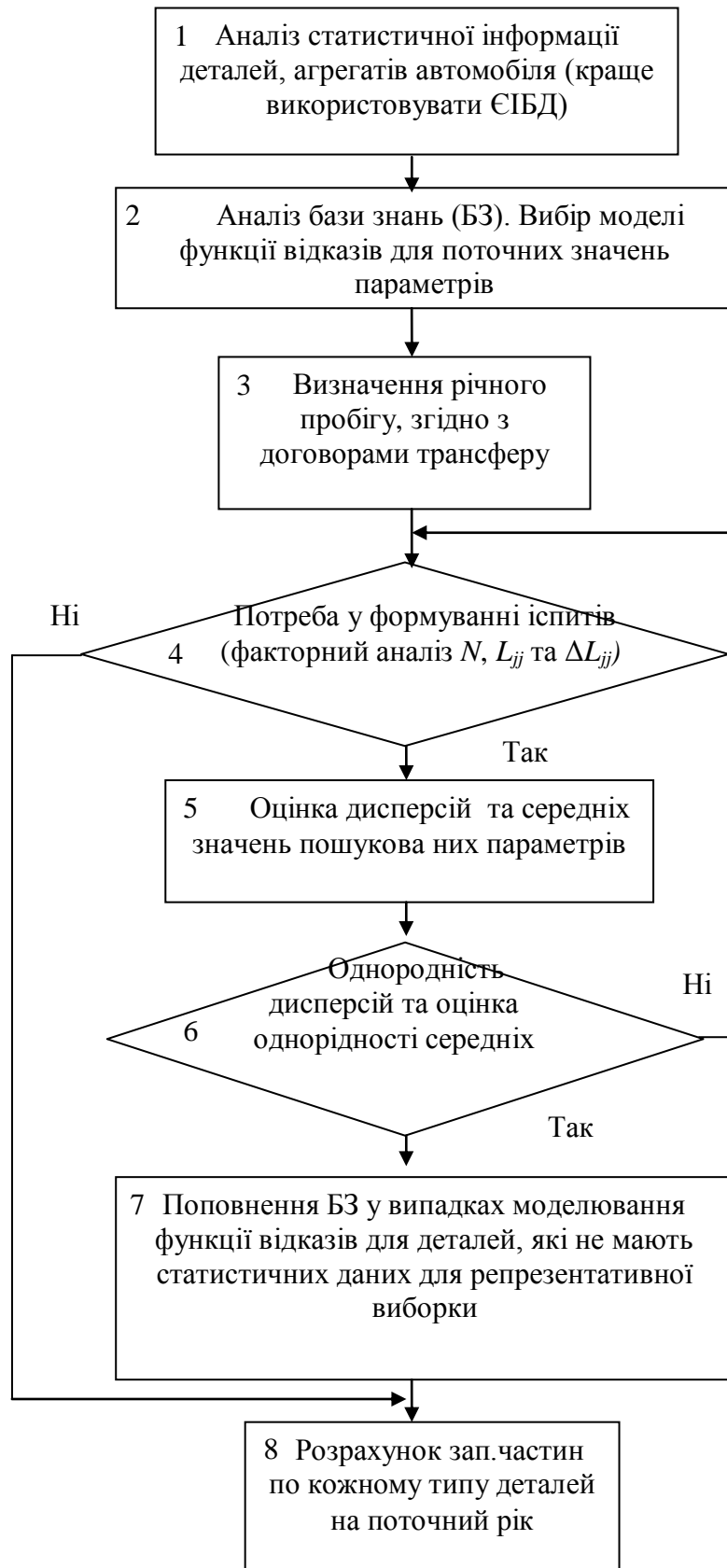


Рис. 1 – Блок-схема визначення необхідної кількості запчастин

У блоці 2 здійснюється вибір з бази знань за значеннями параметрів функції відмовлень деталей даного типу.

У блоці 3 моделюються річні пробіги  $\Delta L_{ij}$  –  $i$ -го автомобіля для  $j$ -го року експлуатації.

У блоці 4, якщо статистичних даних замало для достовірного аналізу відмовлень, моделюються серії вхідних даних для подальшого аналізу (методика аналізу використовуються як при багатофакторному аналізі).

Блоки 5 та 6 є оцінювальними для згенерованої серії іспитів. Для малих вибірок (малих підприємств) важливе проведення оцінки стабільності результатів моделювання з використанням статистичних методів. У випадку позитивного результату на моделювання серії іспитів або малої виборки у блоці 7 виконується моделювання функції потоку відмовлень деталі даного типу. Вихідними даними для моделювання потоку є середні значення і середньоквадратичні відхилення ресурсів деталей до першого і наступного відмовлень, середні значення і середньоквадратичні відхилення ресурсів до капітального ремонту агрегату, автомобіля й інші дані. Побудована функція відмовлень поповнює базу знань.

У блоці 8 проводиться розрахунок необхідної кількості запасних частин на основі змодельованих потоків відмовлень для  $N$  автомобілів, при цьому для кожного  $i$ -го автомобіля відомий початковий пробіг на початок планованого року  $L_{ij}$  і відповідно планований чи прогнозований річний пробіг  $\Delta L_{ij}$ . Підсумовування числа відмовлень (замін) деталей  $n_i$  по всім  $N$  автомобілям дозволяє визначити необхідну кількість запасних частин.

**Висновки.** У статті показано актуальність змін у політиці управління запасними; розроблено концепцію визначення кількості запчастин на планований період з урахуванням імовірнісного підходу та методів інформаційних технологій; розроблено алгоритм автоматизації процесу прогнозування кількості запчастин. Розроблена концепція може мати практичну цінність для невеликих АТП, які не мають можливості формувати репрезентативну ЄБД завдяки невеликій кількості транспортних засобів. Використання загальної ЄБД, сформованої іншими АТП, може бути значним покращенням моделі, однак, для цього необхідно узагальнити параметри дорожньої мережі: ввести класифікацію остаточного покриття доріг (для ідентичності процесів зносу, наприклад, трансмісії автомобілів), якими-небудь коефіцієнтами враховувати майстерність водіїв та ін. Тобто практичне використання загальної ЄБД є дуже складним процесом, в той час використання розробленої моделі спрощує моделювання. Подальшим напрямком досліджень є побудова правил виводу на базі логіки предикатів для бази знань.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Максимов В. Г. Анализ состояний малых автотранспортных предприятий / В. Г. Максимов // Праці Одеського політехнічного університету. – 2011. – № 2 (36). – С. 88.
2. Лукинський В. С. Прогнозирование надежности автомобилей / В. С. Лукинський. – Л. : Политехника, 1991 – 224 с.
3. Кузьмин Н. А. Процессы и закономерности изменения технического состояния автомобилей в эксплуатации / Н. А. Кузьмин. – Н. Новгород : НГСХА, 2001 – 317 с.
4. Поляков А. В. Метод формирования необходимого количества запасных частей для ремонта средств транспорта // Наукові праці ВНТУ. – 2012. – № 2 – С. 47.

**Петровский А.В., Петровский В.П. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОГНОЗИРУЕМОГО КОЛИЧЕСТВА ЗАПЧАСТЕЙ С УЧЕТОМ НЕБОЛЬШИХ ВЫБОРОК СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

*Планирование работы АТП на соответствующий период значительно образом влияет на прогнозирование конкретных видов затрат, в том числе на затраты, связанные с приобретением и установкой запчастей. Дополнительным фактором, усложняющим прогнозирование оценки технического состояния транспортных средств, является накопление большого количества статистических данных, выборки которых для дальнейшего моделирования небольшими АТП являются непрезентативными. Анализ существующих концепций моделирования количества запасных частей приводит к необходимости разработки более упрощенной модели. В статье предлагается использование базы знаний для формирования и использования аналитических зависимостей в виде ведущих функций отказов. Разработанный алгоритм анализа параметров подвижного состава с использованием базы знаний позволяет сократить время моделирования для определения количества запчастей на планируемый период. Предложенная концептуальная модель отличается от существующих усовершенствованным алгоритмом с наличием базы знаний. Наиболее привлекательным сегментом рынка для практического использования модели являются небольшие АТП.*

**Ключевые слова:** АТП, прогнозирование количества запчастей, база знаний, алгоритм анализа параметров подвижного состава, концептуальная модель.

**Petrovsky A.V. Petrovsky V.P. CONCEPTUAL MODEL OF DETERMINING THE PREDICTED AMOUNT OF REPAIR PARTS TAKING INTO ACCOUNT SMALL RETRIEVALS OF STATISTICAL DATA**

*Work planning of automobile operating companies for the proper period considerably influences prediction of specific expenses, including expenses related to purchasing and setting of spare parts. An additional factor, that complicates prediction of transport vehicles technical state evaluation is the accumulation of plenty of statistical data, samples of which are not presentable for further modelling by small automobile operating companies. Analysis of present concepts of spare parts modelling results in necessity of a more simplified model development. In the article there is suggested the use of knowledge base for formation and use of analytical relations in the form of leading functions of refuses. The developed algorithm of analysis of mobile composition parameters with the use of knowledge base, allows shortening time to determine the amount of spare parts for a planned period. The presented concept model differs from the existing ones by the improved algorithm with the presence of knowledge base. The most attractive market segment for the practical use of the model is by small automobile operating companies.*

**Keywords:** automobile operating company, prognostication amount of spare parts, base of knowledges, algorithm of analysis of mobile composition parameters, conceptual model.

© Петровський А.В., Петровський В.П.

Статтю прийнято  
до редакції 7.11.14