

УДК 20.15.05

UDC 20.15.05

05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление

Computer science, computer facilities and management

К ВОПРОСУ ПОИСКА НАИЛУЧШЕЙ МЕТОДИКИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ ЗАМЕНЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПАРКА

THE ISSUE SEARCH FOR THE BEST METHODS OF SELECTING THE OPTIMAL POLICY REPLACEMENT VEHICLE FLEET

Дьяченко Роман Александрович
д.т.н.

Dyachenko Roman Aleksandrovich
Dr.Sci.Tech.

Багдасарян Рафаэль Хачикович
к.т.н.

Bagdasaryan Rafael Khachikovich
Candidate.Tech.Sci.

Князькина Татьяна Геннадьевна

Knyazkina Tatyana Gennadievna

Колосова Наталия Сергеевна
ФГБОУ «Кубанский государственный технологический университет», 350072, Россия, г Краснодар, ул.Московская, 2

Kolosova Nataliya Sergeevna
Kuban State Technological University, 350072 Russia, Krasnodar, Moskovskaya, 2

Бельченко Илья Владимирович
ФГБОУ «Кубанский государственный университет», 350040, Россия, г Краснодар, ул.Ставропольская, 149

Belchenko Ilya Vladimirovich
Kuban State University, 350040 Russia, Krasnodar, Stavropolskaya, 149

В данной статье проведен анализ передовых методик выбора оптимальной политики замены автотранспортного парка. Сформулирована задача о замене оборудования. Для каждого из рассматриваемых методов приведена целевая функция, ограничения. Выбрана наилучшая методика составления оптимального плана замены автотранспортного парка на предприятии, позволяющая получить точный, экономически обоснованный план закупки нового оборудования в течение определенного периода. Отобраны множества важных факторов, влияющих на выбор методики расчетов политики замены. Построена сводная таблица методик и содержащихся в них факторов. Выбранная в рамках исследования методика позволит существенно сократить затраты труда и времени, что приведет к повышению производительности предприятия в целом. Приведено практическое обоснование необходимости решения проблемы выбора оптимальной политики замены автотранспортного парка

This article analyzes the best practices of choosing the optimal policy for replacement of vehicle fleet. The problem of replacement equipment was revealed. For each of these methods we gave objective function, constraints. We have found the best method of optimal plan of replacing the vehicle fleet in the company, allowing us to obtain accurate, economically viable new equipment purchase plan during a certain period. We have selected a number of important factors that influence the choice of payment method replacement policy and built PivotTable methods and factors. The selected as part of the research methodology will significantly reduce the labor and time, which will lead to an increase in productivity of the enterprise as a whole. The article gives a practical justification for the need to address the problem of choosing the optimal policy of replacing the vehicle fleet

Ключевые слова: СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ЗАДАЧА О ЗАМЕНЕ ОБОРУДОВАНИЯ, ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Keywords: DECISION SUPPORT SYSTEM, PROBLEM OF REPLACING EQUIPMENT, DYNAMIC PROGRAMMING

Doi: 10.21515/1990-4665-129-018

Введение

С развитием и быстрым ростом автомобильного производства все большее количество предприятий, имеющих собственный автопарк, сталкиваются с проблемой выбора оптимальной политики замены транспортных средств на новые. Это связано с тем, что ассортимент предлагаемых поставщиками машин велик, а их стоимость и технические характеристики отличаются. Организации проводят закупку новых автомобилей, руководствуясь сомнительными вычислениями или просто интуицией, не разбираясь со сложными методами динамического программирования. Изучение задачи замены оборудования является непростым и требует дополнительных знаний в области динамического программирования [1,2].

Задача о замене оборудования – важная экономическая проблема. Эта задача заключается в выборе оптимальной стратегии замены старого оборудования, а данном случае автотранспортного парка. Старение любого оборудования приводит его к моральному и физическому износу, что сказывается на увеличении производственных затрат, затрат на его ремонт и модернизацию, на уменьшении производительности и остаточной стоимости. Остаточная стоимость оборудования – это его стоимость, по которой оно было приобретено, уменьшенная на величину амортизации за количество лет его использования.

Существуют различные методы определения оптимальной стратегии замены оборудования. Для эффективной работы предприятия важно использовать наиболее удобный метод, дающий точный, экономически обоснованный план закупки нового оборудования в течение заданных лет. Для информационной системы поддержки принятия решений при выборе стратегии замены автотранспортного парка на предприятии будут проанализированы три популярные методики расчетов политики замены, а затем будет выбрана наилучшая из них [3].

Целью исследования является разработка методики, позволяющей рассчитать наиболее выгодную политику замены автотранспортных средств за выделенный период времени. Данная методика позволит существенно сократить затраты труда и времени, что приведет к повышению производительности предприятия в целом.

Объектом исследования является разработка методического обеспечения информационной системы поддержки принятия решений при выборе стратегии замены автотранспортного парка на предприятии. Назначением данной методики является расчет экономически выгодного плана замены оборудования.

Предметом исследования выступает деятельность экономиста по планированию бюджета компании, а именно: расчет будущих затрат на приобретение автотранспортных средств, расчет прибыли от их эксплуатации, а также учет расходов на их модернизацию и ремонт.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ методик решения задачи о замене оборудования;
- выбор наилучшей методики решения задачи.

Предлагаемое решение

В первом методе рассмотрено решение задачи о замене автотранспортного парка на примере одного автомобиля.

Факторы, влияющие на конечный результат:

- ежегодный доход от эксплуатации автомобиля;
- затраты на его ремонт и содержание;
- возможность замены автомобиля и ее стоимость в любой момент времени [4,5].

Все эти величины напрямую зависят от срока эксплуатации транспортного средства, а вопрос о его замене возникает с определенной периодичностью в момент времени t . Предположим, что автомобиль на <http://ej.kubagro.ru/2017/05/pdf/18.pdf>

момент начала эксплуатации имел возраст t , а $f(t)$ – это величина всего полученного нами дохода от использования машины за весь рассматриваемый период следования наилучшей стратегии его замены. Целевая функция рассматриваемого метода:

$$f(t) = \max \left[\begin{array}{l} P: r(0) - u(0) - c(t) + af(1) \\ K: r(t) - u(t) + af(t+1) \end{array} \right]$$

где a – коэффициент инфляции, которую необходимо учитывать при подсчете суммарного дохода за большой промежуток времени;

P – решение купить новый автомобиль;

K – решение сохранить старый автомобиль;

$r(t)$ – годовой доход от машины возраста t ;

$u(t)$ – годовые расходы на содержание машины возраста t ;

$c(t)$ – стоимость замены машины возраста t .

Расчет оптимальной стратегии не может быть бесконечным и должен состоять из N_0 шагов. В связи с этим, формула примет вид:

$$f_N(t) = \max \left[\begin{array}{l} P: r_N(0) - u_N(0) - c_N(t) + af_{N+1}(1) \\ K: r_N(t) - u_N(t) + af_{N+1}(t+1) \end{array} \right]$$

Данная методика расчета политики замены автотранспортных средств на предприятии позволит избежать непредвиденных расходов, поможет получить максимально возможную прибыль и рассчитать бюджет на годы вперед. Необходимо принимать во внимание то, что рынок автотранспортных средств может вести себя нестабильно. В результате повышения и понижения валютных курсов цены могут меняться, поэтому необходимо произвести дополнительные исследования для составления таблиц входных данных перед началом проведения расчетов.

В рамках второй методики при решении задачи о замене автотранспортного парка считается, что вопрос о целесообразности покупки нового автомобиля выносится на рассмотрение в начале каждого периода. Пусть этот период равен одному году. В каждый момент времени автомобиль имеет определенный возраст t . Известна стоимость

приобретения нового автомобиля (p_0) той же марки и модели. После нескольких лет эксплуатации t автомобиль можно продать за некоторую сумму $g(t) = p_0 2^{-t}$. В течение всего периода эксплуатации предприятие выделяет деньги на содержание автомобиля, причем сумма зависит от его возраста и равна $r(t) = m(t + 1)$, где m – стоимость эксплуатации старой.

Весь процесс решения задачи сводится к построению динамической модели замены. Этот процесс конечен и состоит из n шагов. На каждом шаге делается выбор между тремя возможными решениями: сохранить автомобиль (X^C), заменить (X^3) или отремонтировать (X^P).

Решение задачи в рамках метода состоит из n шагов. Пусть возраст машины в каждый год равен S_{k-1} , тогда S_0 – возраст нового автомобиля, который эксплуатировался меньше одного года. Выбор стратегии зависит от двух переменных (X^C) и (X^3). В общем виде политика замены выглядит следующим образом:

$$S_k = \begin{cases} t + 1, & \text{если } X_k = X^C \\ 1, & \text{если } X_k = X^3, k = 1, 2, 3, 4 \end{cases}$$

Если к k -ому шагу возраст автомобиля $S_{k-1} = t$ и было принято решение о продолжении его эксплуатации X^C , то возраст увеличится на один год $S_k = t + 1$. Напротив, если решено заменить автомобиль новым X^3 , то на следующий год возраст приобретенного автомобиля будет равен одному году.

Расчет стратегии k -ого шага выглядит следующим образом:

$$f_k = (X_k, t) = \begin{cases} r(t), & \text{если } X_k = X^C \\ p_0 + m - p_0 \times g(t), & \text{если } X_k = X^3, \quad k = 1, \dots, N \end{cases}$$

В случае X^C предприятие затратит деньги только на содержание автомобиля возраста t . Если машина заменяется новой, то придется

потратить (p_0) тысяч на ее приобретение, m тысяч на эксплуатацию старой и вернуть в бюджет сумму в $p_0 \times g(t)$ тысяч от продажи, которая тем меньше, чем больше возраст автомобиля.

За $Z_k^*(t)$ принята оптимальную сумму затрат на содержание автомобиля с k -ого шага по n -ый, тогда для шага в начале пятого года выбор стратегии будет следующий:

$$Z_N^* = \min \left\{ \begin{array}{l} m(t+1) - p_0 \times 2^{-(t+1)}, \text{если } X_N = X^C \\ p_0 + m - p_0 \times 2^{-t} - p_0 \times 2^{-(t+1)}, \text{если } X_N = X^3 \end{array} \right\}$$

Здесь $(p_0 \times 2^{-(t+1)})$ – стоимость автомобиля после t лет эксплуатации.

Формула при любом шаге k будет иметь следующий вид:

$$Z_k^* = \min \left\{ \begin{array}{l} m(t+1) + Z_{k+1}^*(t+1), \text{если } X_k = X^C, \\ p_0 + m - p_0 \times 2^{-t} + Z_{k+1}^*(1), \text{если } X_k = X^3, \end{array} \right\} \\ k = N..1.$$

Данный метод показал, что вычислительные схемы динамического программирования являются гибкими моделями, которые могут включать различные модификации задачи. Данная методика решения задачи о замене автотранспортного парка может применяться и для других расчетов, таких как график проведения ремонта.

Третий метод заключается в необходимости составления оптимальной политики замены данного транспортного средства в течение периода его эксплуатации таким образом, чтобы суммарная ожидаемая прибыль имела максимально возможное значение.

Исходные данные:

- t – текущий возраст автомобиля;
- $r(t)$ – величина дохода, полученного от эксплуатации данного транспортного средства в течение каждого года;

– $u(t)$ – сумма затрат за год на содержание и эксплуатацию автомобиля, зависящая от его возраста;

– s – остаточная стоимость автомобиля, которая не зависит от его возраста;

– p – стоимость нового автомобиля, для данной задачи.

Решение задачи в рамках метода включает в себя построение матрицы максимально возможных доходов $F_n(t)$ за рассматриваемый период, а также расчет оптимальной политики замены автомобиля в возрасте t_1 и t_2 по полученной матрице.

Математическая модель решения задачи имеет вид:

$$Z = \sum F_i(x_i) \rightarrow \max$$

где x_i – управление (сохранить или заменить автомобиль).

Для выполнения требуемых расчетов используются следующие переменные:

– N – рассматриваемые период эксплуатации автомобиля;

– Z_c – доход, полученный в период сохранения автомобиля;

– Z_3 – доход, полученный в период замены оборудования;

– S_0 – начальное состояния;

– S_i^H – возраст автомобиля в начале каждого периода i после выбора оптимальной политики: заменить или оставить транспортное средство;

– S_i – возраст автомобиля в конце каждого периода i ;

– f_i – прибыль на шаге i ;

– F_i – максимальная прибыль на шаге i .

Уравнение для расчета суммарного дохода за год в случае сохранения автомобиля имеет вид:

$$Z_c = r(t) - u(t)$$

Уравнение для расчета суммарного дохода за год в случае продажи автомобиля и покупки нового:

$$Z_3 = s - p + r(0) - u(0)$$

Текущее состояние автомобиля зависит от его возраста t . Очевидно, что возраст нового оборудования $t = 0$. При расчете минимальной прибыли на определенном шаге учитываются все возможные варианты действий по отношению к автомобилю, которые могут быть приняты в начале текущего года.

Уравнение расчета максимальной прибыли на последнем шаге N имеет вид:

$$F_N(S_{N-1}, x_N) = \max Z_N(S_{N-1}, x_N)$$

На любом шаге $(i < N)$ уравнение примет вид:

$$F_i(S_{i-1}, x_N) = \max\{Z_i(S_i^H, x_i) + F_{i+1}(S_i)\}$$

В зависимости от выбора стратегии на i -ом шаге формула для расчета прибыли будет меняться. При принятии решения о сохранении автомобиль эта формула примет вид:

$$F_i(S_i^H, x_i) = r(S_i, x_i) - u(S_i^H)$$

При решении заменить автомобиль на новый, формула расчета прибыли:

$$Z_i(S_i^H, x_i) = s - p + r(0) - u(0)$$

Для составления оптимального плана замены автотранспортного парка на предприятии необходимо выбрать наилучшую методику, позволяющую получить точный, экономически обоснованный план

закупки нового оборудования в течение определенного периода. При выборе методики расчетов политики замены следует учитывать множество важных факторов. Среди них учет доходов от эксплуатации транспортного средства, расходов на его содержание, стоимости замены автомобиля, а также зависимости этих значений от возраста. Все факторы собраны в таблицу, напротив каждого отмечено их наличие в каждой из методик. Таблица наличия факторов в методиках представлена на рисунке 1.

Фактор	1 методика	2 методика	3 методика
Учет доходов от эксплуатации автомобиля	✓	✗	✓
Учет расходов на содержание автомобиля	✓	✓	✓
Учет стоимости замены (покупки нового) автомобиля	✓	✓	✓
Учет стоимости продажи автомобиля	Учтена в стоимости замены (покупки нового) автомобиля	✓	✗
Учет зависимости величины доходов от возраста автомобиля	✓	✗	✗
Учет зависимости величины расходов от возраста автомобиля	✓	✓	✗
Учет зависимости стоимости замены (покупки нового) автомобиля от его возраста	✓	✗	✗
Учет зависимости величины доходов, расходов и стоимости замены от года приобретения автомобиля	✓	✗	✗
Учет зависимости стоимости продажи старого автомобиля от его возраста	Учтена в зависимости стоимости замены (покупки нового) автомобиля от его возраста	✓	✓
Учет инфляции при проведении расчетов	✓	✗	✗

Рисунок 1 - Таблица наличия факторов в методиках

Анализ данных из таблицы подтвердил, что первая методика является наилучшей, поскольку учитывает все необходимые факторы для формирования экономически обоснованного плана замены автотранспортных средств на предприятии.

Заключение и вывод

В результате исследования были проанализированы три популярные методики выбора стратегии замены автотранспортного парка, произведено сравнение рассмотренных методик по наиболее важным факторам и выбрана наилучшая из них.

В дальнейшем на основе проанализированных методик планируется реализовать универсальный алгоритм выбора стратегии замены автотранспортного парка, использующий достоинства каждого из методов.

Литература

1. Фишер А.В., Дьяченко Р.А., Лоба И.С. Организация хранения хронологических данных в базах данных систем мониторинга и прогнозирования // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012/ № 79. С. 271-280.
2. Дьяченко Р.А., Бельченко И.В., Терехов В.В. Иллюстрация применения метода дельфи для решения задачи выбора направления развития предприятия // Автоматизированные информационные и электроэнергетические системы. 2012. С. 243-244.
3. Атрощенко В.А., Руденко М.В., Дьяченко Р.А., Багдасарян Р.Х. К вопросу организации хранения данных в мобильном приложении // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2014. № 1. С. 189-197.
4. Бельченко В.Е. Технология организации Web-сайта учебного заведения // Высшее образование в России. 2014. № 4. С. 97-101.
5. Коновалов Д.П., Дьяченко Р.А., Богданов В.В. Современные средства разработки WEB-приложений. Сравнительный анализ // Сборник III Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 52-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. 2013. С. 303-306.

References:

1. Fisher A.V., D'jachenko R.A., Loba I.S. Organizacija hranenija hronologicheskijh dannyh v bazah dannyh sistem monitoringa i prognozirovanija // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012/ № 79. S. 271-280.

2. D'jachenko R.A., Bel'chenko I.V., Terehov V.V. Illjustracija primenenija metoda del'fi dlja reshenija zadachi vybora napravlenija razvitija predprijatija // Avtomatizirovannye informacionnye i jelektrojenergeticheskie sistemy. 2012. S. 243-244.
3. Atroshhenko V.A., Rudenko M.V., D'jachenko R.A., Bagdasarjan R.H. K voprosu organizacija hranenija dannyh v mobil'nom prilozhenii // Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. 2014. № 1. S. 189-197.
4. Bel'chenko V.E. Tehnologija organizacii Web-sajta uchebnogo zavedenija // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2014. № 4. S. 97-101.
5. Konovalov D.P., D'jachenko R.A., Bogdanov V.V. Sovremennye sredstva razrabotki WEB-prilozhenij. Sravnitel'nyj analiz // Sbornik III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh, posvjashhennaja 52-j godovshhine poleta Ju.A. Gagarina v kosmos. 2013. S. 303-306.