

УДК 629.083

М.М.Марчук, М.М.Карнаухов, О.Ю.Тимейчук, В.А.Кужій

Національний університет водного господарства та природокористування

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І РОЗВИТКУ РАЦІОНАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ СТАНЦІЙ АТОСЕРВІСУ

В роботі розглянуті питання формування мережі станцій техобслуговування автомобілів з урахуванням впливу технологічних, організаційних та соціальних факторів на зміну попиту на послуги. Запропонована методика визначення капітальних вкладень на будівництво та розширення мережі автосервісних підприємств.

Виробниче групування робіт і визначення пріоритетності їх виконання створюють передумови для розробки типових технологічних модулів та вузлів для формування і розвитку станцій технічного обслуговування, автомобілів (СТОА) з необхідними параметрами. Ефективне використання засобів праці, зосереджених на станції, можливе тоді, коли найбільш повно задовольняється потреба в технічному обслуговуванні (ТО) і ремонті транспортних засобів при мінімальних трудових та матеріальних затратах.

Крім того, оскільки потік вимог, що поступають на СТОА є нестабільним, то це повинно знайти відповідне відображення в розрахунково-нормативній основі проектування станцій, тобто, з точки зору технології, планування, виробничої потужності та розміру, вони повинні мати достатній резерв, який дозволяє оперативно переорієнтувати діяльність в процесі експлуатації.

Разом з тим, розглядаючи кожен СТОА окремо, або їх мережу в даному регіоні в цілому, потрібно мати на увазі необхідність раціональної організації цієї мережі.

У містах та великих населених пунктах доцільно будувати станції мінімально необхідної, на даний момент, потужності, передбачаючи в їх технологічному, планувальному і будівельних рішеннях перспективу розвитку. Тоді будуть наближені до споживача автотехпослуги з найбільш часто витребуваних видах робіт, мінімізовані початкові капітальні вкладення при будівництві СТОА і полегшені роботи по подальшому їх розширенню.

Подальше розширення таких СТОА необхідно вести в попередньо наміченому напрямку у відповідності з конкретною потребою, беручи до уваги, що виробничі можливості фірмової СТОА (мережі фірмових СТОА) по обсягу та переліку послуг повинні бути приведені у відповідність до потреб парку автомобілів, що проходять обслуговування. Час виконання (трудомісткість) окремих видів робіт на СТОА повинен бути співрозмірний із часом, який витрачає клієнт на замовлення послуг, а сума приведених витрат на виконання робіт при спеціалізації і кооперації виробничої діяльності СТОА, сума транспортних витрат і сума втрат часу власником автомобіля повинні бути мінімізовані.

При формуванні СТОА із спеціалізованих технологічних модулів необхідно враховувати, що вони мають різне призначення і займають певну площу. Тому впливає задача формування СТОА із заданими параметрами і необхідним числом модулів з врахуванням обмеження по площі забудови, яка відведена під їх будівництво чи реконструкцію.

Розглянемо таку модель задачі. В наявності є земельна ділянка площею Z_j , на якій необхідно побудувати СТОА, яка складається із j модулів ($j = 1, \dots, m$) різного типу.

Тоді задача по формуванню СТОА з модулів та врахуванням максимального задоволення споживачів зводиться до задачі максимізації лінійної функції мети

$$Z(X_j) = \sum_{j=1}^m X_j \cdot v_j \rightarrow \max \quad (1)$$

при умовах
$$\sum_{j=1}^m X_j \cdot S_j \leq Z; \quad X_j \geq 0, \quad (j = \overline{1, m})$$

де X_j - число модулів j -го типу; v_j - значення пріоритетності для модуля j -го типу, тобто врахування вимог споживачів; S_j - площа, яку займає j -й модуль.

Але така модель задачі, хоча і має позитивну сторону, простоту рішення, проте має суттєвий недолік – не враховує випадковий характер попиту на різні види робіт. Нехай відома загальна кількість видів робіт, яку необхідно виконати на СТОА для задоволення попиту власників

транспортних засобів; характер зміни попиту, який описується законом розподілу Пуассона; площа S_j , необхідна для виконання робіт i -го виду ($i = 1, \dots, n$); середня величина розподілу Пуассона, який описує попит на i -й вид робіт λ_i ; збитки від невиконання робіт i -го виду C_i ; кількість робіт i -го виду x_i ; ймовірність потреби у виконанні k -х робіт $P(k)$.

Тоді розв'язання задачі зводиться до пошуку функціоналу, який мінімізує сумарні збитки, тобто необхідно мінімізувати таку функцію:

$$\sum_{i=1}^n C_i (k - x_i) P(k) \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $k = x_i + 1$.

Якщо прийняти, що $\rho(k, \lambda_i)$ – розподіл Пуассона для i -го виду робіт; то математичне очікування сумарних втрат на окремі СТОА буде дорівнювати

$$E_n = \sum C_i \left[\sum (k - x_i) \rho(k, \lambda_i) \right], \quad (3)$$

де $k = x_i + 1$.

Слід мінімізувати E_n по всіх x_i , які задовольняють таким умовам:

$$\sum_{i=1}^n x_i S_i \leq Z_j; \quad x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}.$$

При формуванні СТОА необхідно враховувати і обмеження по капітальних K та трудових Q ресурсах, які задаються наперед:

$$\sum_{i=1}^n k_i x_i \leq K, \quad \sum_{i=1}^n g_i x_i \leq Q,$$

де k_i – питомі капітальні вкладення, які необхідні для виконання робіт i -го виду; g_i – питома кількість робітників, яка необхідна для виконання робіт i -го виду.

Обмеження по K і Q формуються в результаті розв'язування задачі побудови мережі спеціалізованих СТОА. Складність розв'язання цієї задачі обумовлене, з одного боку, нерівномірним насиченням різних районів транспортними засобами, а з іншого боку, цілим рядом специфічних особливостей районів, а також їх різною потребою в роботах по ТО і ремонту транспортних засобів.

Суть задачі полягає така: відомі j можливих місць розташування станцій ($j = \overline{1, m}$), що означає, в кожному місці або існує СТОА, або вона може бути побудована. На кожне з можливих місць розташування СТОА на i районів дислокації автомобілів ($i = \overline{1, n}$) поступає на ТО і ремонт k марок (моделей) автомобілів ($k = \overline{1, M}$).

Відомо [1], що весь процес ТО і ремонту автомобіля можливо поділити на r незалежних видів робіт ($r = \overline{1, R}$). Причому, СТОА можуть бути організовані як по будь-якому r -му процесу, так і по будь-якій комбінації цих процесів.

Необхідно організувати систему ТО таким чином, щоб повністю задовольнити потребу власників по всіх видах ТО і ремонту, а суми приведених витрат на виконання цих робіт, транспортних витрат і сумарні витрати часу власником автомобіля на очікування обслуговування були би мінімальним. Таким чином, необхідно мінімізувати таку функцію

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^M \left\{ \sum_{i=1}^n h_{jik} \sum_{r=1}^R C_{jkr} (f_{jkr}) X_{ijkr} + \sum_{i=1}^n \sum_{r=1}^R g_{jkr} B_{ikr} \right\} \rightarrow \min, \quad (4)$$

де h_{jik} – витрати на доставку k -ї моделі автомобіля i -го району на j -ту СТОА; X_{ijkr} – число автомобілів k -ї марки (моделі), які поступають з i -го району на j -ту станцію для проведення r -виду робіт ТО і ремонту; C_{jkr} – приведені витрати, які припадають на виконання r -го виду

робіт k -ої марки (моделі) автомобіля на j -й СТОА; f_{jkr} - потужність j -ї СТОА на виконання r -го виду робіт k -ої марки (моделі) автомобіля; g_{jkr} - витрати часу (у грошовому виразі) власника r -ї марки (моделі) при проходженні r -го виду обслуговування на j -й СТОА; B_{ikr} - потреба i -го району у виробництві r -го виду робіт для k -х марок (моделей автомобіля).

Мінімізацію функції виконують при таких обмеженнях:

- 1) потреба власників автомобілів повинна бути повністю задоволена в проведенні всіх видів ТО і ремонту автомобілів, тобто

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^M \sum_{r=1}^R X_{ikr} = \sum_{k=1}^M \sum_{r=1}^R B_{kr}; \quad (5)$$

- 2) число автомобілів k -ї марки (моделі), що поступають на j -ту СТОА для проведення r -виду обслуговування, не повинне перевищувати максимально можливої її потужності з даного виду обслуговування

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^M \sum_{r=1}^R X_{ijk} \leq \sum_{k=1}^M \sum_{r=1}^R f_{kr}; \quad (6)$$

- 3) потужність станції, що проектується, не повинна перевищувати максимально можливої, тобто

$$f_{jkr} \leq F_{jkr}. \quad (7)$$

Економіко-математична модель задачі розвитку і розташування СТОА представляє собою модель загальної задачі лінійного програмування з нелінійною цільовою функцією. Такі задачі можуть бути розв'язані симплексним методом з використанням прийому послідовного перерахунку витрат. Для скорочення часу розв'язання даної задачі доцільно ввести в умови її моделі обмеження, які дозволяють більш чітко визначити область можливих рішень. Такими обмеженнями для даної задачі можуть бути обмеження з використання площі і трудових ресурсів.

Для організації виробничого процесу необхідна певна площа. Тому, знаючи площу підприємства, завжди можна встановити максимально можливу його потужність при виконанні робіт з тих чи інших процедур ТО і Р

$$\sum_{k=1}^M \sum_{r=1}^R \gamma_{jkr} f_{jkr} \leq S_j, \quad j = \overline{1, m}, \quad (8)$$

де γ_{jkr} - питома площа для організації проведення робіт по r -му виду для k -ї марки (моделі) автомобіля.

Робота підприємств може бути організована на тих самих площах з різною кількістю змін, в результаті чого збільшиться їх потужність. У цьому випадку зростає кількість зайнятих у виробництві робітників. Тому для конкретизації області можливих рішень введемо додаткове обмеження Q_j з використання трудових ресурсів:

$$\sum_{k=1}^M \sum_{r=1}^R \beta_{jkr} f_{jkr} \leq Q_j, \quad j = \overline{1, m}, \quad (9)$$

де β_{jkr} - питома кількість робітників, яка необхідна для організації проведення робіт по r -му виду для k -ї марки (моделі) автомобіля.

Розв'язування сформульованої задачі можливе за допомогою відомих алгоритмів та програм [2].

Економічну ефективність оцінюють шляхом порівняння обсягів капітальних вкладень, що необхідні для формування мережі СТОА, виходячи з існуючих та запропонованих принципів її розвитку. Запропонована система організації мережі СТОА базується на визначених, певним чином, спеціалізованих (по групах виконаних робіт) станціях і формується із СТОА різного типу. При цьому, більш широкою мережею представлені станції, на яких виконуються роботи невеликої трудомісткості, і, достатньо вузькою мережею, представлені СТОА, на яких виконуються роботи значної трудомісткості. Основна мета такої організації мережі СТОА полягає в забезпеченні

максимально можливої концентрації трудомістких робіт для зниження витрат, пов'язаних з їх проведенням. Концентрація ж робіт малої трудомісткості не забезпечує отримання необхідного ефекту, оскільки із збільшенням обсягу робіт спостерігається незначне зниження витрат на їх виконання, а радіус дії таких станцій не виправдано зростає.

Перевага даного підходу до формування мережі СТОА особливо помітна при недостатній забезпеченості станціями.

В подальшому визначаємо розмір парку автомобілів A_i по районах регіону i , приймаючи до уваги, що кожний власник автомобіля в середньому N разів на рік звертається на станцію, розраховуємо кількість автомобілезайдів на СТОА по районах: $Z_i = 5N_i$. Далі виконуємо розподіл загального числа постів за видами робіт, виходячи з розробленої їх класифікації по чотирьох групах [3]. Для визначення, за запропонованою методикою, кількості постів, які необхідні для гарантування 40 %-го рівня забезпечення потреб автовласників у виконанні робіт з ТО і ремонту, використаємо значення ймовірності відмови у виробництві тих чи інших груп робіт та ймовірності задоволення попиту, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Залежність між попитом на послуги та ймовірністю у їх відмові

Ймовірність відмови.....	$g_I = 0$	$g_{II} = 0,47$	$g_{III} = 0,71$	$g_{IV} = 0,82$
Ймовірність задоволення попиту ...	$P_I = 1$	$P_{II} = 0,53$	$P_{III} = 0,29$	$P_{IV} = 0,18$

Виходячи з наведених даних достатньо легко визначити необхідне число постів. Визначення необхідного числа постів по кожній групі робіт для забезпечення 60-, 80- і 100 %-го задоволення попиту виконується аналогічним чином. Однак при цьому слід враховувати відповідну ймовірність виконання робіт, яку визначають за формулою

$$P_i^{\varphi'} = P_i^{\varphi} \cdot \varphi' / \varphi, \quad (10)$$

де φ і φ' - відповідно існуючий та прогнозований рівні задоволення попиту.

Розрахунок необхідного числа робочих постів і вартості їх організації по кожній групі заносять у таблицю, аналізуючи отримані дані, і визначають необхідну кількість постів та їх тип, які необхідно ввести в дію для забезпечення 60-, 80- і 100 %-го задоволення попиту з обслуговування автомобілів, а також вартість такої мережі по відповідному варіанту розвитку.

Економічну ефективність оцінюють різницею капітальних вкладень. При цьому вартість адміністративно - побутових приміщень та будівельно - монтажних робіт приймають рівними відповідним нормативним вартостям і при порівнянні варіантів виключають. Тоді економічна ефективність

$$K = K_c - K_n, \quad (11)$$

де K_c - капітальні вкладення, які необхідні для розрахунку за існуючою методикою розвитку мережі СТОА; K_n - капітальні вкладення, які необхідні для розрахунку за запропонованою методикою.

Економічна ефективність досягається також і завдяки використанню при будівництві СТОА полегшених конструкцій, а також за рахунок «легкості» розширення СТОА при трансформації її з одного типу в інший. Використання полегшених конструкцій дозволяє знизити загальну матеріаломісткість будівельних виробів і витрати на їх виготовлення, транспортування та монтаж, підвищити продуктивність праці при збиранні на 25-30 %, а при монтажі майже в 1,5 рази [4]. В результаті тривалість зведення покриття зменшується на 30-35 %, а загальні терміни будівництва СТОА на 15-25 %. Ще більший економічний ефект отримують при повнокомплектному заводському виготовленні всіх елементів будівель, що дозволяє замінити традиційні будівельні роботи монтажними.

Висновки

Формування раціональної мережі автосервісних підприємств можливе тільки на основі системного підходу до вирішення ряду задач організаційного, технічного та технологічного характеру. Прийняття рішення про будівництво нових станцій технічного обслуговування автомобілів або розширення існуючих повинне базуватися на економіко-математичних моделях, які всебічно охоплюють багатофакторний характер даного питання. Для отримання достовірних результатів необхідно встановлювати уточнюючі обмеження, які враховують особливості функціонування інфраструктури автосервісних підприємств.

1. Фастовцев Г.Ф. Автотехобслуживание.- М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
2. Васильев Ф.П. Методы оптимизации – М., 2002. – 824 с.
3. Миротин Л.Б. Управление автосервисом. М.: Экзамен, 2004.- 320 с.
4. Марков О.Д. Станции технического обслуживания автомобилей. К.: Кондор , 2008.- 536 с.