УДК 629.3.08:656.07

**Є. В. Смирнов**[1]
**В. О. Огневий**[1]
**Д. В. Борисюк**[1]

# ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

[1]Вінницький національний технічний університет

*Розглянуто актуальну для України проблему оптимізації структури виробничо-технічної бази комплексних автотранспортних підприємств. Виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу може здійснюватися автотранспортними підприємствами як власними силами, так і в кооперації з автосервісними підприємствами. При цьому витрати на виконання робіт, в залежності від потужності та стану виробничо-технічної бази, можуть бути меншими як при виконані робіт на власній виробничо-технічній базі, так і на базі автосервісного підприємства. Визначення оптимального переліку робіт, який доцільно виконувати власними силами, дозволяє сформувати оптимальну структуру виробничо-технічної бази та мінімізувати витрати на підтримку рухомого складу в працездатному стані.*

*Існуючі на сьогодні методики оптимізації структури виробничо-технічної бази автотранспортних підприємств засновані на визначенні граничного значення трудомісткості певної групи робіт, при перевищенні якого автотранспортному підприємству доцільно створювати відповідний виробничий підрозділ. Визначення граничного значення трудомісткості виконується на основі порівняння витрат виконання певних робіт на власній виробничо-технічній базі та на базі автосервісного підприємства. Проте досить часто фактичний стан виробничо-технічної бази не відповідає технологічним вимогам та вона потребує модернізації. Це, відповідно, потребує капітальних вкладень на розвиток виробничо-технічної бази, що в ринкових умовах неможливо оцінити на основі методу порівняння витрат. Тому в статті, для виробничих підрозділів, які потребують залучення капітальних вкладень, запропоновано додатково оцінювати доцільність створення виробничого підрозділу показником терміну окупності капітальних вкладень.*

*Для формування оптимальної виробничої структури комплексного автотранспортного підприємства в статті розроблено алгоритм, який на основі критеріїв граничного значення трудомісткості та терміну окупності, дозволяє в два етапи сформувати оптимальну структуру виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства, тим самим мінімізувати витрати на технічне обслуговування і ремонт рухомого складу.*

**Ключові слова:** виробничо-технічна база, виробничий підрозділ, автотранспортне підприємство, автосервісне підприємство, виробнича структура, оптимізація.

## Вступ

Ефективна робота автомобільного транспорту залежить від багатьох факторів, одним з яких є якісна підтримка рухомого складу в працездатному стані. Як відомо, цю підтримку можуть здійснювати різні типи підприємств, а саме комплексні автотранспортні підприємства (АТП), автосервісні підприємства, різні види спеціалізованих авторемонтних виробництв тощо. Трансформація ринку транспортних послуг України призвела до появи великої кількості приватних перевізників та АТП різноманітної потужності від кількох одиниць рухомого складу до сотень автомобілів. Відповідно виробничо-технічна база (ВТБ) цих підприємств також досить різноманітна: від повної відсутності ВТБ, до підприємств, що здійснюють весь комплекс робіт з технічного обслуговування (ТО) та ремонту рухомого складу.

Вибір того чи іншого способу підтримки рухомого складу в працездатному стані зазвичай базується на мінімізації витрат на ТО і ремонт. Різним аспектам питання оптимізації ВТБ автотранспортних підприємств приділено ряд робіт, таких як [1-4] та інші. В роботах досить добре розглянуто питання проєктування ВТБ, впливу ВТБ на мінімізацію витрат, пошуку оптимальних стратегій технічного розвитку підприємств та багато інших питань. Проте загальним недоліком всіх цих розробок є відсутність чіткого і зрозумілого алгоритму та порядку дій для інженерних служб і керівництва АТП при визначенні оптимальної структури ВТБ, враховуючи сучасний стан

підприємства та перспективи розвитку. Крім того наявна ВТБ досить часто потребує модернізації, а отже вимагає залучення капітальних вкладень на її розвиток, що в ринкових умовах не може бути оцінено на основі методу мінімізації витрат. Метою даної роботи є розробка наукових підходів, які дадуть можливість сформувати оптимальну виробничу структуру ВТБ комплексних АТП в ринкових умовах господарювання, враховуючи сучасний стан наявної ВТБ та перспективи її розвитку.

**Основна частина**

Як показано в роботах [2, 3] визначити доцільність виконання певних видів робіт з ТО та ремонту на власній ВТБ можна на основі граничного значення трудомісткості робіт $T_0$, для якого величина витрат на виконання цих робіт на власній ВТБ є рівною витратам на проведення тих самих робіт стороннім автосервісним підприємством. Тобто, при трудомісткості робіт $T_i<T_{0i}$ доцільно виконувати роботи з ТО і ремонту на базі стороннього автосервісного підприємств, а за умови $T_i>T_{0i}$, можна стверджувати про доцільність виконання цих робіт на власній ВТБ. Проте витрати на технічне обслуговування і ремонт рухомого складу, при виконанні цих робіт на власній ВТБ, залежить від фактичного стану ВТБ та від обсягу (трудомісткості) виконуваних робіт.

Фактичний стан ВТБ визначається типом та обсягом виробничих приміщень, характеристиками та станом будівель і споруд, переліком та кількістю технологічного обладнання, виробничого інвентарю тощо. При цьому параметри ВТБ визначаються результатами технологічного розрахунку та відповідними потребами в технологічному обладнанні згідно зі змістом виконуваних робіт. Обсяг (трудомісткість) виконуваних робіт залежить від типу (характеристик) рухомого складу, його кількості, умов та інтенсивності експлуатації.

Як відомо, витрати на підтримку рухомого складу в працездатному стані на власній ВТБ включають дуже багато складових, тому їх доцільно розбити на три категорії. Перша категорія – це постійні витрати, що визначаються станом ВТБ і не залежать від обсягу виконуваних робіт. Це витрати на утримання та ремонт будівель і споруд, амортизація будівель, споруд, технологічного обладнання та цінного інвентарю. Друга категорія – це витрати, які не пропорційні обсягу виконуваних робіт. До цієї категорії слід віднести витрати на обслуговування та ремонт технологічного обладнання, витрати на допоміжні матеріали, відшкодування малоцінного та швидкозношуваного інвентарю, заробітну плату інженерно-технічних та допоміжних робітників. Третя категорія – це витрати, пропорційні обсягу виконуваних робіт. Це витрати на електроенергію та інші ресурси (водопостачання, опалення, паливо для перегону рухомого складу та інші), заробітна плата ремонтних робітників тощо.

Стан ВТБ слід визначати по кожному ($i$-му) виробничому підрозділу, де виконується визначений перелік технологічних операцій. Технологічний зміст виконуваних робіт визначає номенклатуру технологічного обладнання, оснащення та інвентарю, а обсяг виконуваних робіт визначає відповідну його кількість. Виходячи з досвіду діяльності комплексних АТП та на основі теоретичних викладок встановлено, що максимальна ефективність виробництва досягається при максимізації ступеня використання обладнання без збільшення його чисельності [4, 5]. Таким чином виробничий підрозділ, який планується організовувати на АТП повинен бути укомплектованим мінімально-необхідним, але достатнім переліком технологічного обладнання.

Узагальнено обсяг витрат першої категорії для $i$-го виробничого підрозділу можна визначити за формулою:

$$C_{Ii} = \sum_{j=1}^{n}\left(\frac{H_{Aj}\cdot V_j}{100}\right)+\left(\frac{H_{Abud}+H_{Rbud}}{100}\right)\cdot V_{bud}\cdot S_i\,, \qquad (1)$$

де $n$ – кількість технологічного обладнання в $i$-му виробничому підрозділі; $H_{Aj}$ – норма амортизаційних відрахувань на $j$-е технологічне обладнання, %; $V_j$ – балансова вартість $j$-го технологічного обладнання, грн; $H_{Abud}$ – норма амортизації будівлі, %; $H_{Rbud}$ – норма відрахувань на ремонт та утримання будівлі, %; $V_{bud}$ – питома вартість 1 м$^2$ виробничого приміщення, грн; $S_i$ – площа $i$-го виробничого підрозділу, м$^2$.

Узагальнено обсяг витрат другої категорії для $i$-го виробничого підрозділу можна визначити за формулою:

$$C_{IIi} = C_{ITR}\frac{S_i}{S_{zag}} + C_{d.mat} + C_{Robl} + C_{inv}\,, \qquad (2)$$

де $C_{ITR}$ – витрати на оплату праці інженерно-технічних та допоміжних робітників, грн; $S_{zag}$ – загальна площа ВТБ, м$^2$; $C_{d.mat}$ – витрати на допоміжні матеріали, грн; $C_{Robl}$ – витрати на обслуговування та

ремонт технологічного обладнання, грн; $C_{inv}$ – витрати на відшкодування малоцінного та швидкозношуваного інвентарю, грн.

Кожна з зазначених статей витрат визначається низкою факторів, що залежать від особливостей кожного окремого підприємства. Так, наприклад, витрати на оплату праці допоміжних робітників визначаються наявністю на підприємстві відділу головного механіка, або суміщення персоналом основних виробничих і допоміжних робіт та від ряду інших факторів. Витрати на допоміжні матеріали визначається від потреб технологічного обладнання в цих матеріалах та інтенсивності використання обладнання. Аналогічна ситуація і з витратами на обслуговування і ремонт обладнання.

Обсяг витрат третьої категорії для *i*-го виробничого підрозділу укрупнено можна визначити за формулою:

$$C_{IIIi} = T_i \left( \sum_{j=1}^{n} \left( V_k \cdot P_{ki} \right) + P_{eli} \cdot V_{el} + V_{GTSi} \cdot K_{dopl} \cdot K_{vidr} \right), \tag{3}$$

де $T_i$ – обсяг робіт, що виконуються на *i*-му виробничому підрозділі, люд.-год.; $P_{eli}$ – фактична питома витрата електроенергії на *i*-му виробничому підрозділі, кВт/люд.-год.; $V_{el}$ – тариф за 1 кВт·год. електроенергії, грн; $V_k$ – вартість одиниці *k*-го виду ресурсу, грн; $P_{ki}$ – питомі витрата *k*-го виду ресурсу на *i*-му виробничому підрозділі, од./люд.-год.; $V_{GTSi}$ – середня годинна тарифна ставка ремонтних робітників на *i*-му виробничому підрозділі, грн; $K_{dopl}$ – коефіцієнт, що враховує всі види доплат та преміювання ремонтних робітників; $K_{vidr}$ – коефіцієнт, що враховує всі відрахування на фонд заробітної плати.

При виконанні робіт ТО та ремонту на базі автосервісного підприємства АТП не несе ніяких витрат на утримання власної ВТБ, а лише оплачує вартість матеріалів, запчастин та послуги сервісу. Якщо припустити, що вартість запасних частин та матеріалів при виконанні робіт на власній ВТБ та автосервісному підприємстві однакові, то витрати на виконання *i*-ї групи робіт по ТО та ремонту рухомого складу на автосервісному підприємстві можна визначити за формулою:

$$C_{STOi} = T_i \cdot C_{ng} \cdot K_{nakl}, \tag{4}$$

де $C_{ng}$ – середня вартість нормо-години послуг автосервісного підприємства грн; $K_{nakl}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує накладні витрати (доставка транспортних засобів або вузлів і агрегатів до автосервісного підприємства тощо).

Різниця витрат на виконання робіт на автосервісному підприємстві та суми витрат виконання цих же робіт на власній ВТБ визначає економічну доцільність утримання *i*-го виробничого підрозділу комплексного АТП:

$$E_{ATPi} = C_{STOi} - \left( C_{Ii} + C_{IIi} + C_{IIIi} \right). \tag{5}$$

Підставивши в вираз (5) вирази (1)–(4) та прирівнявши його до нуля отримаємо рівняння для розрахунку чисельного значення критерію оцінки доцільності створення *i*-го виробничого підрозділу ВТБ АТП ($T_{0i}$):

$$\begin{aligned} T_{0i} \left( C_{ng} \cdot K_{nakl} - \sum_{j=1}^{n} \left( V_k \cdot P_{ki} \right) - P_{eli} \cdot V_{el} - V_{GTSi} \cdot K_{dopl} \cdot K_{vidr} \right) - \sum_{j=1}^{n} \left( \frac{H_{Aj} \cdot V_j}{100} \right) - \\ - \left( \frac{H_{Abud} + H_{Rbud}}{100} \right) \cdot V_{bud} \cdot S_i - C_{ITR} \frac{S_i}{S_{zag}} - C_{d.mat} - C_{Robl} - C_{inv} = 0 \end{aligned}. \tag{6}$$

Шуканим аргументом цього рівняння є значення критерію $T_{0i}$. Вирішити дане рівняння в узагальненому вигляді нажаль неможливо, оскільки в нього входять витрати на утримання ВТБ, які залежать від особливостей організації виробництва конкретного АТП, а отже їх залежність від $T_{0i}$ є невідомою.

При невідповідності ВТБ *i*-го виробничого підрозділу технологічним та виробничим вимогам, виникає потреба в технічному переозброєнні, або навіть реконструкції ВТБ. В цьому випадку виникає потреба в капітальних вкладеннях (інвестиціях) в розвиток ВТБ, обсяг яких може бути розрахований на основі відомих методик [3, 6]. Проте доцільність залучення інвестицій на розвиток ВТБ визначається не тільки економією річних витрат на підтримку рухомого складу в працездатному стані, що робить неможливим оцінити її за допомогою показника $T_0$.

В світовій практиці розроблено багато методів оцінки ефективності інвестицій [6]. На основі аналізу даних методів та особливостей функціонування комплексних АТП, в якості показника

оцінки доцільності залучення інвестицій на розвиток ВТБ, на погляд авторів, найбільш доцільно використовувати показник терміну окупності, який можна визначити за формулою:

$$T_{OKi} = \frac{KV_i}{E_{ATPi} + A_{obli} + A_{budi}}, \quad (7)$$

де $KV_i$ – капітальні вкладення на розвиток ВТБ $i$-го виробничого підрозділу, грн; $A_{obli}$ – річні амортизаційні відрахування нового технологічного обладнання $i$-го виробничого підрозділу, грн; $A_{budi}$ – річні амортизаційні відрахування від проєктної вартості робіт з модернізації будівлі $i$-го виробничого підрозділу, грн.

В такому випадку інвестування в розвиток $i$-го виробничого підрозділу буде доцільним, якщо термін окупності не буде перевищувати де-якого наперед заданого граничного значення терміну окупності ($T_{PL}$). При цьому термін окупності слід розраховувати лише для тих виробничих підрозділів, для забезпечення функціонування яких необхідні капітальні вкладення, в іншому випадку буде достатньо лише оцінки за критерієм $T_0$.

Для проведення комплексної оптимізації структури виробничої бази АТП в роботі був розроблений алгоритм, представлений на рис. 1.

В блоці 1 відбувається введення вихідних даних. Основними вихідними даними для оптимізації є дані про рухомий склад, умови та інтенсивність його експлуатації; дані про фактичний стан ВТБ, забезпеченість технологічним обладнанням та цінним інвентарем; витрати на експлуатацію технологічного обладнання та підтримання ВТБ в працездатному стані; дані щодо використання електроенергії та інших ресурсів при виконанні технологічних операцій; дані щодо формування фонду заробітної плати інженерно-технічних, виробничих та допоміжних робітників; розцінки автосервісних підприємств та інша інформація.

В блоках 2 та 3 виконується технологічний розрахунок виробництва з ТО і ремонту рухомого складу та виконується попередній розподіл робіт за виробничими підрозділами. В якості розрахункового періоду доцільно прийняти один рік, оскільки така тривалість дозволяє врахувати сезонні коливання обсягів перевезень, крім того протягом року підприємства роблять усі можливі види відрахувань і за підсумками року можна максимально точно оцінити їх величину.

В блоках 4 – 5 відбувається формування необхідного переліку технологічного обладнання, за потреби визначаються капітальні вкладення на впровадження нового технологічного обладнання, формується балансова вартість обладнання $i$-го виробничого підрозділу. Якщо приміщення, в якому планується виконувати роботи потребує модернізації, то в блоці 6 розробляється відповідний проєкт та розраховуються капітальні вкладення. Після цього в блоці 7 визначається балансова вартість $i$-го виробничого приміщення.

В блоках 8 – 10 визначаються групи витрат виконання ТО і ремонту на власній ВТБ, а в блоці 11 відповідно витрати при виконанні цих же робіт на автосервісному підприємстві.

На основі попередніх розрахунків в блоці 12 визначається значення критерію $T_{0i}$. На початковому етапі вирішення цього завдання робиться припущення, що величина трудомісткості $T_{0i}$ знаходиться в тих межах, коли весь обсяг робіт може бути виконаний з використанням мінімальної кількості однотипного обладнання (приймається, що кількість кожного типу обладнання дорівнює одиниці). Після цього розподіляються трудомісткості, що виконуються з використанням кожного типу обладнання, встановленого в підрозділі, та проводиться уточнюючий розрахунок кількості обладнання. За результатами уточнюючого розрахунку кількості обладнання, уточняються витрати, зумовлені станом ВТБ, і виконується точніший розрахунок величини $T_{0i}$.

Блок 13 перевіряє умову доцільності виконання робіт на автосервісному підприємстві за критерієм $T_{0i}$. Якщо умова виконується, то управління передається на блок 14, де приймається відповідне рішення. В іншому випадку визначається річна економія витрат $E_{ATPi}$ (блок 15).

Блок 16 перевіряє умови необхідності модернізації ВТБ. Якщо модернізація ВТБ не потрібна, то управління передається на блок 22, де приймається рішення про доцільність виконання даного переліку робіт на власній ВТБ. Якщо ж є потреба в розвитку ВТБ, в блоках 17 – 20 виконуються всі необхідні розрахунки для визначення терміну окупності капітальних вкладень на розвиток ВТБ $i$-го виробничого підрозділу. В цьому випадку остаточне рішення про доцільність виконання робіт на власній ВТБ приймається за умови, що розрахований термін окупності не перевищує заданий на перед граничний термін окупності інвестицій (блок 21).

Блок 23 перевіряє, чи проведені розрахунки за всіма виробничими підрозділами. Якщо всі розрахунки виконано, в блоці 24 формується оптимальна виробнича структура ВТБ АТП, а блок 25 виконує вивід результатів оптимізації.

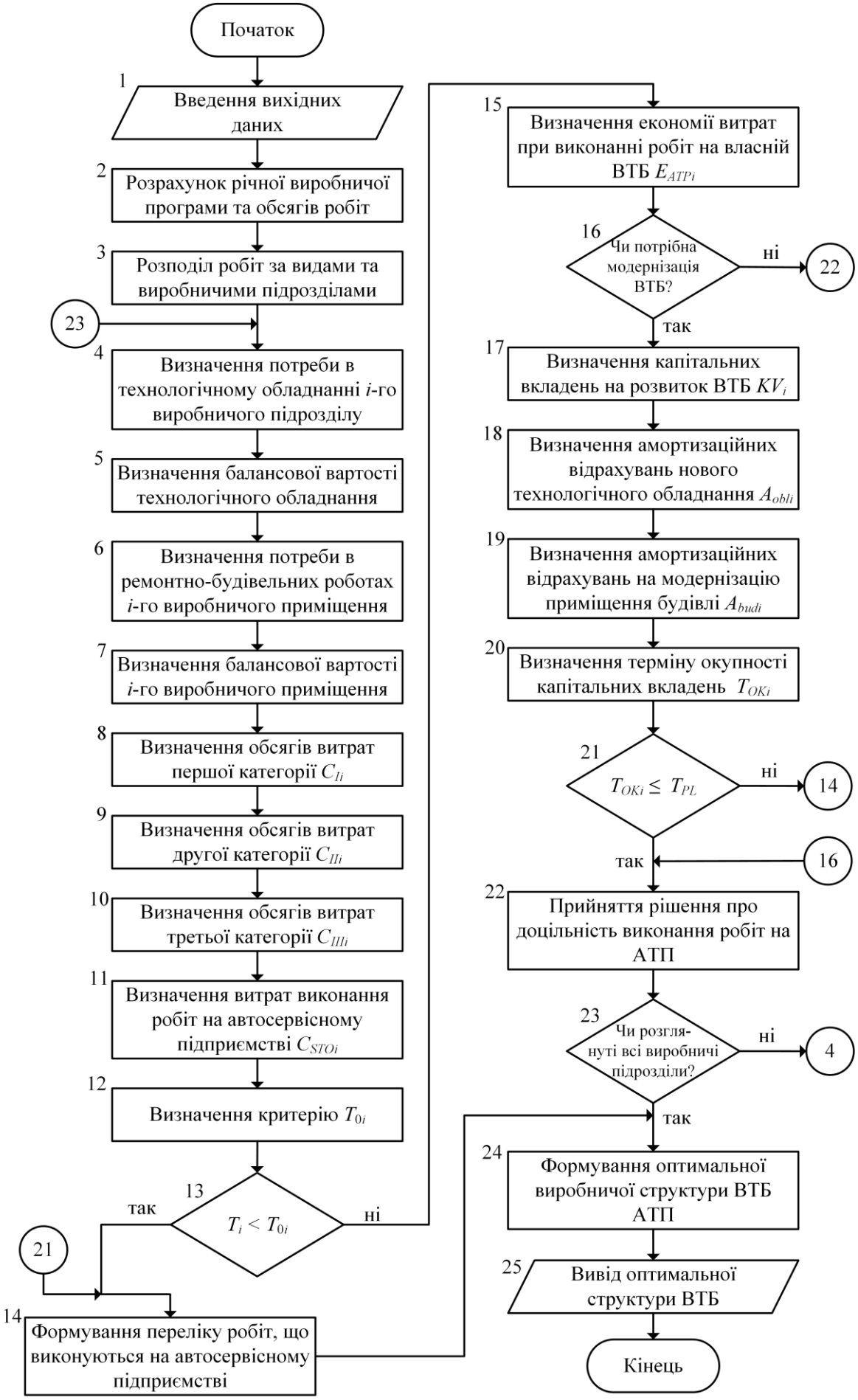



Рис. 1. Алгоритм формування оптимальної виробничої структури ВТБ комплексного АТП

## Висновки

У роботі розроблено алгоритм визначення оптимальної виробничої структури ВТБ комплексного АТП, що забезпечує мінімізацію витрат на ТО та ремонт рухомого складу. Алгоритм дозволяє виявити неефективні підрозділи ВТБ комплексного АТП за двома критеріями: граничне значення трудомісткості $T_0$ та термін окупності $T_{OK}$ в два етапи. На першому етапі визначається доцільність створення виробничого підрозділу за критерієм $T_0$. Другий етап виконується за умови необхідності вкладання капітальних вкладень в розвиток ВТБ, на якому остаточно визначається доцільність створення виробничого підрозділу за критерієм $T_{OK}$. Виконання даного алгоритму дозволяє інженерно-технічному відділу АТП сформувати оптимальну структуру ВТБ, що забезпечує мінімальні витрати на виконання робіт з ТО та ремонту рухомого складу АТП в сучасних умовах господарювання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ


[1] В.Є. Канарчук, І.П. Курніков, Ю.Х. Савін, С.І. Андрусенко, *Розвиток виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту.* Київ, Україна: ІСДЛ, 1995.

[2] Ю.Х. Савін та М.В. Митко, «Доцільність створення виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів,» Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. Вип. 1 (34), с. 424-429, 2016.

[3] В.В. Біліченко, Є.В. Смирнов, *Стратегії технічного розвитку автотранспортних підприємств.* Вінниця, Україна: ВНТУ, 2019.

[4] С.І. Андрусенко, О.С. Бугайчук, *Технології підвищення ефективності виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту.* Київ, Україна: «Медін-форм», 2017.

[5] В.В. Біліченко, В.Л. Крещенецький, *Механізація та автоматизація технічного обслуговування та ремонту автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту.* Вінниця, Україна: ВНТУ, 2008.

[6] М.Н. Бідняк, Н.М. Бондар, *Планування інвестицій на автомобільному транспорті України.* Київ, Україна, 2000.



Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ

Стаття надійшла до редакції



***Смирнов Євгеній Валерійович*** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: zhekasmirnov@vntu.edu.ua;

***Огневий Віталій Олександрович*** – канд. економ. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: ognevoy@ukr.net;

***Борисюк Дмитро Вікторович*** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: bddv@ukr.net;

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Ye. V. Smyrnov[1]**

**V. O. Ohnevyi[1]**

**D. V. Borysiuk[1]**


# Optimization of the structure of the production and technical base of motor transport enterprises


[1]Vinnytsia National Technical University



The problem of optimizing the structure of the production and technical base of complex motor transport enterprises, which is relevant for Ukraine, is considered. The performance of work on technical maintenance and repair of rolling stock can be carried out by motor transport enterprises both by their own forces and in cooperation with car service enterprises. At the same time, the costs of performing work, depending on the capacity and condition of the production and technical base, can be lower both when performing work on their own production and technical base and on the basis of a car service enterprise. Determining the optimal list of works that should be performed by their own forces allows you to form the optimal structure of the production and technical base and minimize the costs of maintaining rolling stock in working condition.

The currently existing methods of optimizing the structure of the production and technical base of motor transport enterprises are based on determining the limit value of the labor intensity of a certain group of works, if exceeded, it is advisable for a motor transport enterprise to create a corresponding production unit. The determination of the marginal value of labor intensity is carried out on the basis of a comparison of the costs of performing certain works on the company's own production and technical base and on the basis of a car service enterprise. However, quite often the actual state of the production and technical base does not meet technological requirements and it requires modernization. This, accordingly, requires capital investments in the development of the production and technical base, which in market conditions cannot be estimated on the

basis of the cost comparison method. Therefore, in the article, for production units that require capital investment, it is proposed to additionally assess the feasibility of creating a production unit by the indicator of the payback period of capital investments.

To form the optimal production structure of a complex motor transport enterprise, the article has developed an algorithm that, based on the criteria of the limiting value of labor intensity and payback period, allows in two stages to form the optimal structure of the production and technical base of a motor transport enterprise, thereby minimizing the costs of maintenance and repair of rolling stock.

**Keywords:** production and technical base, production unit, motor transport enterprise, car service enterprise, production structure, optimization.

***Smyrnov Yevhenii V.*** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Automobiles and Transport Management, e-mail: zhekasmirnov@vntu.edu.ua;

***Ohnevyi Vitalii O.*** – Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Automobiles and Transport Management, e-mail: ognevoy@ukr.net;

***Borysiuk Dmytro V.*** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Automobiles and Transport Management, e-mail: bddv@ukr.net