

Барабаш Р.І., Шарибура А.О., Рис В.І., Левчук О.В.  
*Львівський національний університет природокористування, Львів, Україна*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ JAC N80**

Підвищення ефективності виробництва, його інтенсифікація досягаються значною мірою завдяки використанню нових прогресивних технологій і технологічних процесів. Розглядаючи у загальному вигляді технологію технічного впливу як спосіб і прийоми, методи зміни технічного стану автомобіля з метою забезпечення його працездатності. Прийнято визначати перелік технологічних операцій, що входять до неї, базуючись на конструкції об'єкта обслуговування та вимогах до надійності агрегатів і систем автомобіля. Однак конструкція та технологія повинні піддаватися ретельному аналізу.

Технологічний процес (ТП) є сукупністю операцій, виконуваних планомірно і послідовно у часі та просторі над автомобілем. Технологічний процес технічного обслуговування (ТО) - це частина виробничого процесу, що складається з підсистем предметів праці, виробничо-технічної бази, виконавців, які здійснюють процес і керують ним, і документації для зміни стану предметів праці в цих умовах виробництва відповідно до вимог нормативно-технічної документації.

Метою обґрунтування виробничої структури станцій технічного обслуговування автомобілів JAC N80 є розгляд можливості досягнення їх заданої продуктивності за рахунок трьох видів ресурсів, а саме: зміни чисельності робітників, обладнання та постів. Дослідження опирається на моделюванні технологічних процесів ТО з використанням основних положень теорії графів і розкладів. Запропоновано метод моделювання з використанням евристичного алгоритму розподілу усієї множини операцій ТО певного виду між робітниками на постах станцій технічного обслуговування (СТО) з урахуванням кількості обладнання, з метою отримання розкладу виконання операцій, який мінімізував тривалість циклу. Результатами моделювання є залежність тривалості технологічного процесу щоденного технічного обслуговування автомобілів JAC N80 від кількості залучених робітників, обладнання та постів, а також залежності між кількістю різних залучених ресурсів та показниками ефективності їх використання. Аналіз результатів дослідження показав, що збільшення кількості робітників скорочує тривалість технологічного процесу ЩТО автомобілів JAC N80, а також підвищує коефіцієнти використання фондів часу робітників та обладнання.

**Ключові слова:** автомобілів JAC, технічне обслуговування, технологічний процес, моделювання, параметри та показники ефективності.

### **ВСТУП**

Виробничий процес – це сукупність технологічних процесів ТО та ремонту. Виробничий процес є сукупністю всіх процесів і знарядь виробництва, необхідних для підтримки технічної готовності рухомого складу автомобільного транспорту. Під організаційними формами технологічного процесу (ОФТП) розуміється розподіл робіт виробничих підрозділів по зонах, робочих місцях відповідно до технологічних особливостей операцій ТО та послідовності проведення робіт у процесі технічних впливів на автомобіль.

Традиційно вся послідовність робіт, що виконуються при технічному обслуговуванні автомобіля, розглядалася як одне завдання відомої трудомісткості і в більшості випадків виконується одним робітником. У випадках, коли для скорочення часу обслуговування залучалася більша кількість робітників, загальна сума трудомісткості ділилася порівно між ними. Цей розподіл не враховував неминучих простоїв робітників через часові та просторові обмеження.

Тому скорочення тривалості робіт, оснащення робочих місць та постів високопродуктивним обладнанням для підвищення механізації виробничих процесів ТО рухомого складу слід розглядати як один із головних напрямів удосконалення виробничого процесу на СТО.

### **АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

Аналіз літературних джерел у визначенні норм часу на виконання різних видів робіт з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів здійснюється за допомогою методів порівняння, хронометражу, фотохронометражу, досвідно - статистичним, розрахунково-аналітичним та аналітично-дослідницьким, які дозволяють точно визначити час необхідний для виконання конкретної операції. Отже, ці методи відіграють важливу роль у формуванні норм часу для ефективного технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів [4-6].

Деякі основні питання системи технічного обслуговування і ремонту машин, основною функцією яких є гарантійне та післягарантійне обслуговування, були розглянуті М.В. Молодиком [7].

Проблеми забезпечення ефективного технічного сервісу машин досліджена досить широко, особливо стосовно ремонту машин [9].

У праці [10] висвітлено питання доцільності проведення процесів технічного обслуговування автомобілів категорії N2 за організаційно-технологічною сумісністю спеціалізацій. Розвиток багатопредметної як поліпредметної, так і політехнологічної, є надзвичайно важливим для забезпечення ефективних процесів технічного сервісу.

Численні дослідження були проведені для обґрунтування параметрів та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах [11, 12]

### ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оптимізації виробничих процесів, мінімізація витрат на ТО та вибір станцій технічного обслуговування (СТО) автомобілів має велике значення для забезпечення ефективного функціонування автотранспорту України. У сучасних умовах, коли існує велика кількість приватних підприємств з невеликим автомобільним парком і обмеженими фінансовими ресурсами ефективно використання СТО стає ще більш важливим.

Оскільки ефективність технологічних процесів (ТП) технічного сервісу значною мірою зумовлюється досягнутим рівнем відповідності між їх технологічною (регламентованим переліком операцій ТО) та виробничою (технічними засобами їх реалізації) структурами, тому важливо встановити залежності між параметрами та показниками ефективності ТП ТО автомобілів JAC, для різних варіантів виробничих структур СТО.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Просторові зв'язки  $Z$  визначають місце розташування робітника відносно об'єкта ремонту чи обслуговування під час виконання операцій. Це місце визначають робочі зони. *Робоча зона* – це частина простору навколо об'єкта ремонту чи обслуговування, де для виконання операцій ТП одночасно з міркувань безпеки праці та з урахуванням антропометричних даних працівників може одночасно знаходитись лише один робітник. Таким чином, кількість робочих зон  $K_z$  залежатиме від габаритних розмірів об'єкта ремонту чи обслуговування (рис. 1), а також рівня його агрегатувannya (кожен агрегат чи вузол, який від'єднують, є генератором додаткового набору робочих зон).

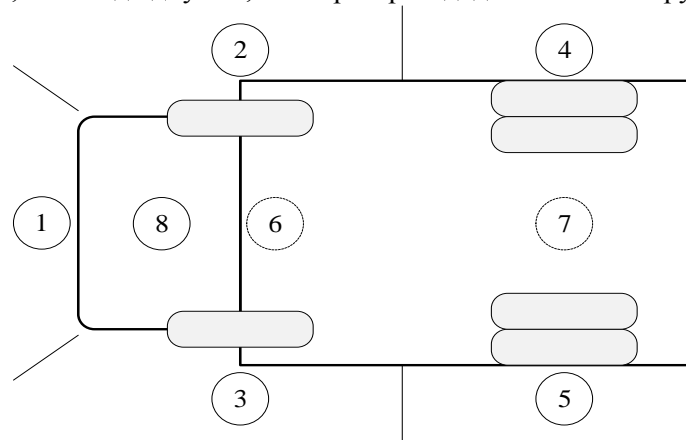


Рисунок 1 – Схема розміщення робочих зон для виконання операцій ЩТО автомобілів JAC N80

На підставі аналізу конструкції, а також антропометричних даних людини сформовано навколо автомобілів JAC N80 вісім робочих зон для розміщення виконавців під час планових технічних обслуговувань (див. рис. 1).

Для забезпечення зручності виконання робітником операцій у зонах, під час їх формування враховують дані табл. 1. Суміжні зони не повинні накладатися. Для цього означають умовні межі зон.

Таблиця 1 – Характеристика зручності зон обслуговування

Розміщення зони обслуговування	Віддаль від виконавця до крайніх точок зони, мм	Характеристика
Зручне	+600	Зберігається вільне положення тіла виконавця, повністю простежується робоча зона

Малозручне	+(600 – 800)	Положення тіла виконавця напружене. Утруднений огляд робочої зони
Незручне	більше +800	Виконавець вимушений переходити вздовж зони за межі півкола, описаного радіусом його руки; можливості огляду робочої зони порушені

Як бачимо з (табл. 2), із збільшенням кількості постів (фронту технічного обслуговування) ефективність технологічного процесу ТО зростає, уможливлене скорочення тривалості ЩТО та зменшення коефіцієнта технологічності  $K_{mex}$  і відповідно, збільшення продуктивності СТО.

Таблиця 2 – Параметри технологічної складової функціональної структури процесів технічного обслуговування автомобілів JAC N80

Модель машини	Вид ТО	Фронт технічного обслуговування $f$	К-сть операцій $N_{ЕТО}$	Сумарна тривалість операцій	Максимальна к-сть робітників	$T_{Пmin}$	Коефіцієнт технологічності $K_{mex}$
JAC N80	ЩТО	$f=1$	31	2,7	3	1,15	0,08
		$f=2$	62	5,4	5	1,35	0,06
		$f=3$	93	8,1	6	1,79	0,05
		$f=4$	124	10,8	7	2,24	0,04

На підставі упорядкованих моделей для ЩТО встановлено сумарну тривалість усіх операцій ТП  $\Sigma t$ , а також важливий динамічний показник ремонтно-придатності – мінімально можливу тривалість ТП  $T_{Пmin}$  (див. табл. 2).

Моделювання ТП ТО полягало у формуванні для заданої кількості постів  $f$  СТО, заданої кількості робітників  $u$  та заданої кількості основного РТО усіх  $R_{max}$  потрібних типів  $K_r$  взаємозумовлених розкладів виконання операцій  $S_f$ ,  $S_u$  та відповідно  $S_r$ . Для кожного ТО розклади  $S_f$ ,  $S_u$  і  $S_r$  формували шляхом розподілу всього масиву операцій між робітниками та обладнанням постів СТО з урахуванням обмежень на можливу послідовність їх виконання, що задана невпорядкованою моделлю ТП ЩТО, з використанням автоматизованої системи проєктування. На підставі сформованих розкладів виконання операцій для заданих  $f$ ,  $u$  і  $K_r$  визначали тривалості процесу  $T_{П}$  ЩТО автомобілів JAC N80.

Синтез розкладу виконання операцій відомою кількістю виконавців  $u$  здійснюють за евристичним алгоритмом моделювання. Розподіл операцій між робітниками здійснювали із дотриманням наступних обмежень: по-перше, в одній робочій зоні одночасно може виконувати операції лише один виконавець, тому операції, які належать одній робочій зоні, у впорядкованій моделі можуть виконуватись лише послідовно; по-друге, розподіл операцій між виконавцями здійснюють з урахуванням орієнтуючих та без порушення часових зв'язків. Критерієм ефективності алгоритму була мінімізація тривалості процесу  $T_{П}$  для заданого варіанту виробничої структури (кількості постів  $K_p$  і обладнання різних типів  $K_r$ ) та прийнятої кількості виконавців  $u$ .

За результатами синтезу розкладу виконання операцій ТО, розкладів праці робітників та обладнання розраховували показники ефективності:

1) тривалість технологічного процесу  $T_{П}$  – інтервал часу від початку та до завершення усіх технологічних дій;

2) коефіцієнт використання фондів робочого часу робітників

$$\eta_u = \frac{\sum t_u}{U \cdot T_{m.n}}; \quad (1)$$

де  $\sum t_u$  – загальна тривалість технологічних операцій ТО, які виконуються робітниками, хв.;

3) коефіцієнт використання фондів робочого часу обладнання  $r$ -го типу

$$\eta_r = \frac{\sum t_r}{K_r \cdot T_{m,n}}; \quad (2)$$

де  $\sum t_r$  – загальна тривалість операцій, які виконуються обладнанням  $r$ -го типу, хв.;

Результати визначення впливу збільшення кількості постів при ЩТО автомобілів JAC N80 (фронті технічного обслуговування  $f$ ) на зміну тривалостей технологічного процесу  $T_{TP}$  і технологічного циклу  $T_{Ц}$  подано на (рис. 2).

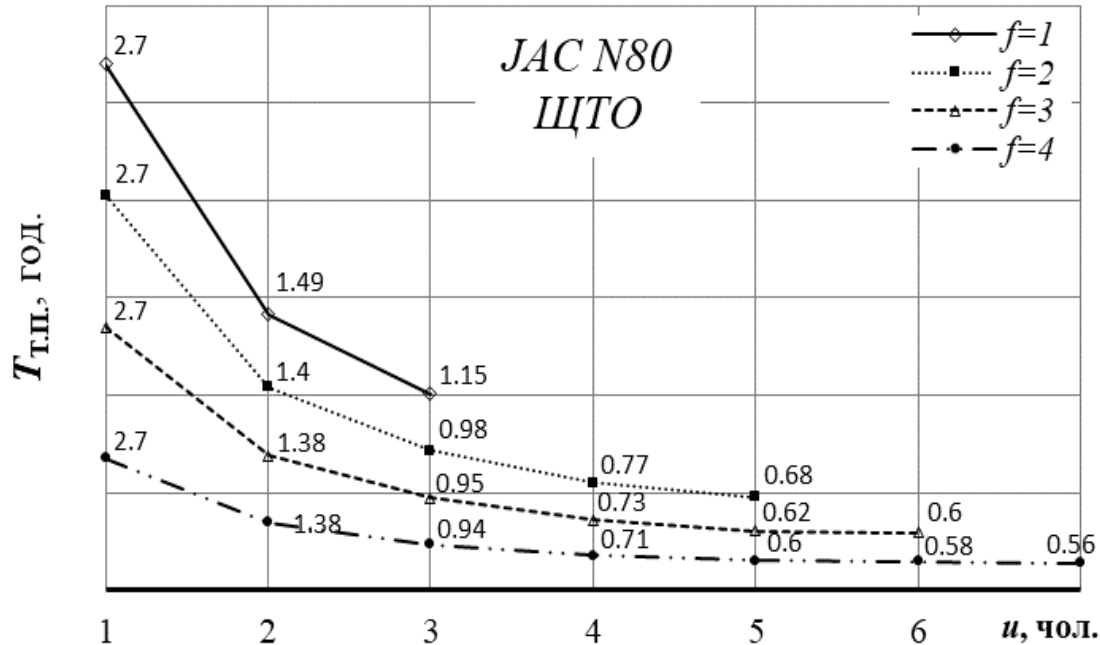


Рисунок 2 – Залежності тривалості ТП ЩТО автомобілів JAC N80 від кількості працівників  $u$  для різної кількості постів  $f$

На (рис. 2) представлено залежність тривалості ТП ЩТО від кількості працівників  $u$  для різної кількості постів  $f$ . Як видно з (рис. 2) максимальна кількість робітників  $u_{\max}$ , що може бути залучена до проведення ТП ЩТО при фронті технічного обслуговування  $f=1$  становить  $u_{\max}=3$  чол., при збільшенні фронту ТО  $f=2$  цей показник зростає та буде рівний  $u_{\max}=5$  чол., при  $f=3$ ,  $u_{\max}=6$  чол. та  $f=4$ ,  $u_{\max}=7$  чол. Із збільшенням працівників  $u$  кількість яких наближається до  $\max$  значення, скорочення тривалості ТП  $T_{TP}$  все менше, аж до абсолютної стабілізації їх показників на рівні  $\min$  допустимих. Збільшення кількості постів  $f$  не впливає на  $T_{TP}$  ЩТО автомобілів JAC, утім, за дотримання умови  $u \geq f$ , дещо зменшує тривалість технологічного циклу  $T_{Ц}$ , що рівноцінне зростанню продуктивності ПТО.

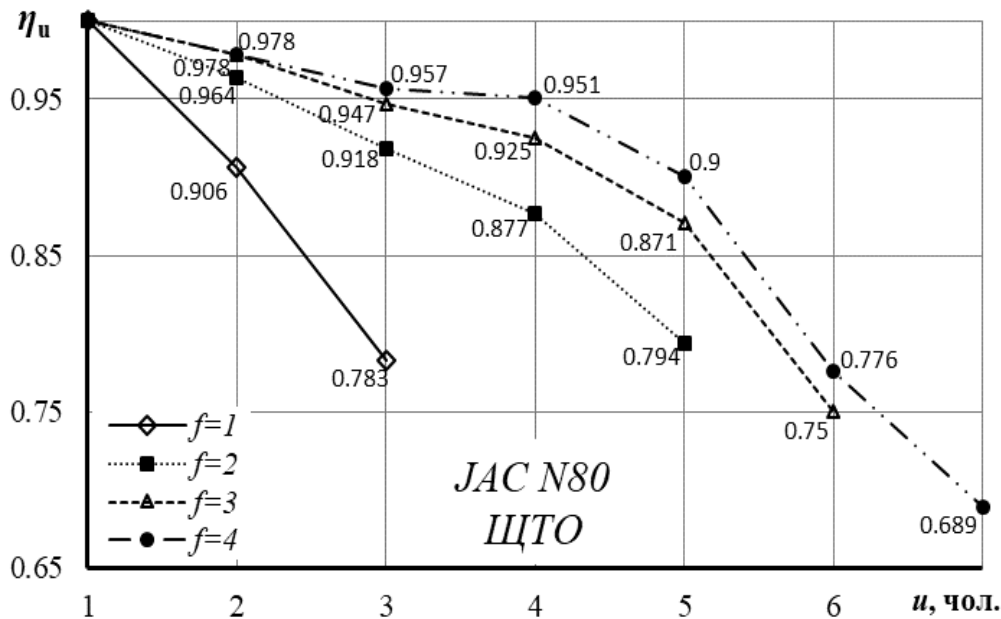


Рисунок 3 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників  $\eta_u$  від їхньої кількості  $u$  для ТП ЩТО автомобілів JAC N80 для різної кількості постів  $f$

Збільшення кількості робітників  $u$  зменшує значення коефіцієнтів використання фондів їхнього робочого часу  $\eta_u$  незалежно від кількості постів  $f$  СТО. Водночас для заданої кількості робітників  $u$  збільшення кількості постів  $f$  призводить до збільшення значень  $\eta_u$  (рис. 3).

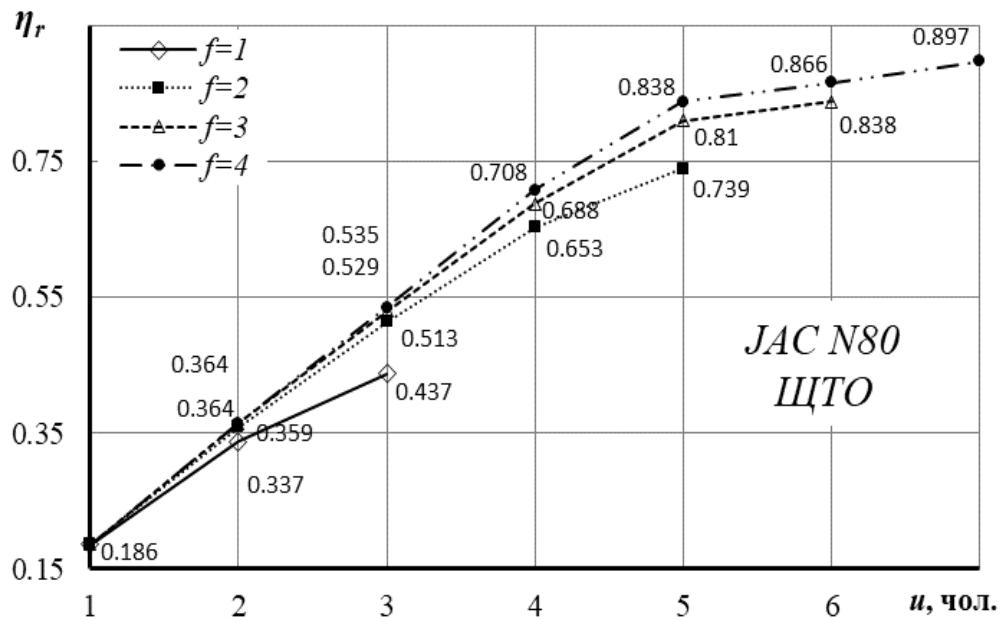


Рисунок 4 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу обладнання  $\eta_r$  від кількості працівників  $u$  для ТП ЩТО автомобілів JAC N80 для різної кількості постів  $f$

Зростання кількості робітників  $u$  збільшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу  $\eta_r$  основного РТО усіх типів, а збільшення кількості постів  $f$  ПТО підсилює цей вплив (рис. 4).

### ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Стосовно досліджених ТП ТО автомобілів JAC N80, які виконуються на стаціонарних постах, отримали підтвердження фундаментальні положення про те, що збільшення кількості будь-якого ресурсу (кількості робітників, обладнання та постів) не покращує показників використання цих ресурсів (відповідно коефіцієнтів використання фондів часу робітників, обладнання та постів), однак не погіршує показників ефективності використання інших ресурсів.



Отримані результати є підставою для формування параметричних рядів виробничих структур фірмових СТО автомобілів JAC різної продуктивності.

### ВИСНОВКИ

За результатами моделювання встановлено, що найвагомим чинником скорочення тривалості процесів ТО автомобілів JAC N80 (в 2,4...4,8 разів) і, відповідно, підвищення значень коефіцієнта їх технічного використання, є збільшення кількості залучених робітників  $u$ . Оптимальним значенням залучення необхідної чисельності працівників  $u$  та кількості постів  $f$  для проведення ЩТО автомобілів JAC N80 з урахуванням коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників  $\eta_u$  та обладнання  $\eta_f$  становитиме  $u=4$  чол.

Встановлено, що, окрім зміни кількості робітників, додатковим ресурсом впливу на показники ефективності ТП ЩТО є збільшення кількості постів (фронту технічного обслуговування). Збільшення кількості постів СТО автомобілів не впливає на тривалість процесів ЩТО, а тому не може розглядатись як чинник підвищення значень коефіцієнта готовності. Водночас збільшення кількості постів уможливує за певних умов скорочення тривалості технологічного циклу і, відповідно, збільшення продуктивності СТО.

### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Інструкція з ремонту та обслуговування для вантажних автомобілів серії HFC1041. / JAC-2013082001N3301. JAC. 2020. 664 с.
2. Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів, затверджені наказом Міністерства інфраструктури України № 615 від 28.11.2014, зареєстровані в Міністерстві юстиції України від 17 грудня 2014 за № 1609/26386.
3. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту затверджене наказом Міністерства транспорту України № 102 від 30.03.1998, зареєстровані в Міністерстві юстиції України від 28 квітня 1998 за № 268/2708.
4. Методика розробки та типові норми часу на технічне обслуговування автомобілів / І.М. Демчак, Ю.Д. Усик, В.В. Сушко та ін. Київ. НДІ «Укראгропромпродуктивність». 2011. 192 с.
5. Мошковський С.О. Коригування питомих трудомісткостей ТО і ремонту легкових автомобілів під час технологічного розрахунку СТО / С.О. Мошковський, В.І. Павлюк, В.М. Дембіцький // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. Луцьк: Луцький НТУ, 2017, № 1 (8). с. 94 – 99.
6. Нестеренко С.А., Агєєва І.В., Сурженко Н.В. Організація виробництва: Нормування праці. Навчальний посібник. URL: <http://feb.tsatu.edu.ua/ebook/mn/ov/page5.html>.
7. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин. Кіровоград: КОД, 2009. 180 с.
8. Кузьмінський Р. Д., Соколовський О. Р. Алгоритм проектування технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах. *Сільськогосподарські машини*: зб. наук. статей. Луцьк, 2011. Вип. 21, т. 1. С. 228-235.
9. Кузьмінський Р. Структура, параметри та ефективність технологічних процесів ремонту // Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. Львів. 2005. №9. С.50–60.
10. Барабаш Р., Шарибура А., Гошко З., Кудриницький Р. Організаційно-технологічна сумісність процесів технічного обслуговування автомобілів категорії N2. Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. 2022. № 26. С. 109–113. <https://doi.org/10.31734/agroengineering.2022.26.005>
11. Барабаш Р. І., Шарибура А. О., Кудриницький Р. Б., Буртак В. В., Рис В. І. Обґрунтування параметрів і показників ефективності технологічного процесу ТО-1 вантажних автомобілів MAN TGL. Механіка та автоматика агропромислового виробництва : загальнодержавний збірник. ІМА АПВ НААН «ІМЕСГ». Глеваха, 2022. Вип. № 1 (115). С. 206-217. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2023-1-23>.
12. Кузьмінський Р., Барабаш Р. Параметри та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах // Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. Львів. 2006. №10. С.66–73.
13. Y. Royko, Y. Fornalchyk, I. Kernytskyy O. Hrytsun R. Bura, P. Osinski, A. Markiewicz, T. Wierzbicki R. Barabash. Public Transport Prioritization and Descriptive Criteria-Based Urban Sections Classification on Arterial Streets. Sustainability 2023, 15, 2363. <https://doi.org/10.3390/su15032363>.

## REFERENCES

1. Repair and maintenance instructions for trucks of the HFC1041 series. / JAC-2013082001N3301. JAC. 2020. 664 p.
2. Rules for the provision of services for maintenance and repair of wheeled vehicles, approved by order of the Ministry of Infrastructure of Ukraine No. 615 dated 28.11.2014, registered in the Ministry of Justice of Ukraine dated December 17, 2014 under No. 1609/26386.
3. Regulations on maintenance and repair of road vehicles of road transport approved by order of the Ministry of Transport of Ukraine No. 102 dated 30.03.1998, registered in the Ministry of Justice of Ukraine dated April 28, 1998 under No. 268/2708.
4. Development methodology and typical time norms for car maintenance / I.M. Demchak, Yu.D. Usyk, V.V. Sushko et al. Kyiv. Research Institute "Ukragroproduktvyvistivnost". 2011. 192 p.
5. Moshkovsky S.O. Adjustment of the specific labor costs of maintenance and repair of passenger cars during the technological calculation of service stations / S.O. Moshkovskiy, V.I. Pavlyuk, V.M. Dembitskiy // Modern technologies in mechanical engineering and transport. Scientific journal. Lutsk: Lutsk National Technical University, 2017, No. 1 (8). with. 94-99.
6. Nesterenko S.A., Ageeva I.V., Surzhenko N.V. Organization of production: Labor rationing. Tutorial. URL: <http://feb.tsatu.edu.ua/ebook/mn/ov/page5.html>.
7. Molodik M. V. Scientific basis of the system of maintenance and repair of machines. Kirovohrad: KOD, 2009. 180 p.
8. Kuzminskiy R.D., Sokolovskiy O.R. Algorithm for designing technological processes performed at stationary stations. Agricultural machines: collection of science articles Lutsk, 2011. Vol. 21, vol. 1. pp. 228-235.
9. Kuzminsky R. Structure, parameters and efficiency of repair technological processes // Bulletin of LDAU: Agroengineering research. Lviv. 2005. No. 9. P.50–60.
10. Barabash R., Sharybura A., Goshko Z., Kudrynetskiy R. Organizational and technological compatibility of N2 category car maintenance processes. Bulletin of the Lviv National Agrarian University: Agricultural engineering research. 2022. No. 26. P. 109–113. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2022.26.005>
11. Barabash R. I., Sharybura A. O., Kudrynetskiy R. B., Burtak V. V., Rys V. I. Justification of parameters and efficiency indicators of technological process TO-1 of MAN TGL trucks. Mechanics and automation of agro-industrial production: national collection. IMA APV NAAS "IMESG". Glevakha, 2022. Issue No. 1 (115). P. 206-217. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2023-1-23>.
12. Kuzminskiy R., Barabash R. Parameters and efficiency indicators of technological processes of technical service performed at stationary posts // Bulletin of LDAU: Agroengineering research. Lviv. 2006. No. 10. P.66–73.
13. Y. Royko, Y. Fornalchyk, I. Kernytskiy, O. Hrytsun, R. Bura, P. Osinski, A. Markiewicz, T. Wierzbicki, R. Barabash. Public Transport Prioritization and Descriptive Criteria-Based Urban Sections Classification on Arterial Streets. Sustainability 2023, 15, 2363. <https://doi.org/10.3390/su15032363>.

***R. Barabash, A. Sharibura. Improving the efficiency of the technological process of maintenance of JAC N80 vehicles.***

Increasing the efficiency of production, its intensification is achieved to a large extent thanks to the use of new progressive technologies and technological processes. Considering in a general way the technology of technical influence as a method and techniques, methods of changing the technical condition of the car in order to ensure its operability. It is accepted to determine the list of technological operations included in it, based on the design of the service facility and the requirements for the reliability of the units and systems of the car. However, the design and technology must be carefully scrutinized.

A technological process (TP) is a set of operations performed systematically and consistently in time and space over a car. The technological process of maintenance (TO) is a part of the production process, which consists of subsystems of work items, production and technical base, performers who carry out the process and manage it, and documentation for changing the state of work items in these production conditions in accordance with the requirements of regulatory technical documentation.

The purpose of substantiating the production structure of JAC N80 car service stations is to consider the possibility of achieving their given productivity at the expense of three types of resources, namely: changes in the number of workers, equipment and posts. The study is based on the modeling of maintenance technological processes using the basic principles of the theory of graphs and schedules. A modeling method

is proposed using a heuristic algorithm for the distribution of the entire set of maintenance operations of a certain type among workers at service station posts (SSO) taking into account the number of equipment, with the aim of obtaining a schedule of operations that minimizes the duration of the cycle. The results of the simulation are the dependence of the duration of the technological process of the daily maintenance of JAC N80 cars on the number of involved workers, equipment and posts, as well as the dependence between the number of different resources involved and the efficiency indicators of their use. Analysis of the research results showed that increasing the number of workers reduces the duration of the JAC N80 maintenance process, and also increases the utilization rates of workers' time funds and equipment.

**Key words:** JAC cars, maintenance, technological process, modeling, parameters and performance indicators.

*БАРАБАШ Руслан Іванович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича, Львівський НУП, e-mail: [rbarabash@ukr.net](mailto:rbarabash@ukr.net). <http://orcid.org/0000-0001-5615-8067>

*ШАРИБУРА Андрій Остапович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича, Львівський НУП, e-mail: [ascharibura@gmail.com](mailto:ascharibura@gmail.com). <http://orcid.org/0000-0001-7329-8774>

*РИС Василь Іванович* кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича, Львівський НУП, e-mail: [rysvasyl@gmail.com](mailto:rysvasyl@gmail.com). <http://orcid.org/0009-0002-2392-5906>

*ЛЕВЧУК Олександр Васильович*, кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича, Львівський НУП, e-mail: [levchukov@lnup.edu.ua](mailto:levchukov@lnup.edu.ua). <http://orcid.org/0000-0001-6344-9356>

*Ruslan BARABASH*, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of the Department of Agricultural Engineering and Technical Service named after Professor Oleksandr Semkovich, Lviv National University of Technology, e-mail: [rbarabash@ukr.net](mailto:rbarabash@ukr.net). <http://orcid.org/0000-0001-5615-8067>

*Andrii SHARYBURA*, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of the Department of Agricultural Engineering and Technical Service named after Professor Oleksandr Semkovich, Lviv National University of Technology, e-mail: [ascharibura@gmail.com](mailto:ascharibura@gmail.com). <http://orcid.org/0000-0001-7329-8774>

*Vasyl RYS*, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of the Department of Agricultural Engineering and Technical Service named after Professor Oleksandr Semkovich, Lviv National University of Technology, e-mail: [rysvasyl@gmail.com](mailto:rysvasyl@gmail.com). <http://orcid.org/0009-00022392-5906>

*Oleksandr LEVCHUK*, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of the Department of Agricultural Engineering and Technical Service named after Professor Oleksandr Semkovich, Lviv National University of Technology, e-mail: [levchukov@lnup.edu.ua](mailto:levchukov@lnup.edu.ua). <http://orcid.org/0000-0001-6344-9356>

DOI 10.36910/automash.v1i22.1349