

УДК 631.3

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ СТРУКТУРИ ПУНКТІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ ХТЗ

*О. Сидорчук, д.т.н.,
ННЦ ІМЕСГ,*

*Р. Кузьмінський, к.т.н., Р. Барабаш, М. Михалюк к.т.н.
Львівський національний аграрний університет*

Ключові слова: трактори, технічне обслуговування, технологічні процеси, структура.

Оскільки технологічна структура процесу визначається виробничою, параметри якої змінюються дискретно та на певному інтервалі продуктивності залишаються незмінними, з іншого боку річна програма зазнає кількісних і якісних змін в продовж певного часу то можна визначити таку виробничу структуру яка буде найбільш ефективною з урахуванням кількісних і якісних змін річної програми.

Постановка проблеми. Своєчасне та якісне технічне обслуговування (ТО) збільшує напрацювання на відмову, забезпечує потрібний ресурс, а також належні техніко-економічні показники використання машин.

В агропромисловому комплексі післягарантійне ТО тракторів традиційно виконували власники техніки за місцем її експлуатації, що потребувало створення у господарствах та на підприємствах спеціалізованої бази, залучення значних матеріально-технічних і трудових ресурсів. Обслуговувальна база для фірмового сервісу тракторів в Україні, на жаль, не створена.

Створення ефективної бази для фірмового технічного обслуговування тракторів насамперед передбачає розробку наукових підстав методики інженерного проектного розрахунку пунктів технічного обслуговування (ПТО), яка б враховувала, по-перше, особливості експлуатації тракторів в основному сільськогосподарському виробництві з метою уникнення невідшкодованих втрат урожаїв; по-друге, потребу ефективного використання матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів у процесах ТО; по-третє, передбачала можливості розвитку сервісної бази (зміни кількості підприємств, їх виробничих потужностей та зони обслуговування) відповідно до зміни кількісного та якісного складу тракторного парку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Окремі важливі задачі проектування підприємств технічного сервісу, основною функцією яких є

гарантійне та післягарантійне ТО, розглянуто М.В. Молодиком [10]. У роботі [13] ретельно досліджена проблема забезпечення ефективного технічного сервісу техніки рільництва, однак переважно стосовно ремонту техніки.

Традиційно вся сукупність операцій, яку слід виконати під час ТО трактора, розглядалась як єдина з відомою трудомісткістю виконання і здебільшого стосувалась одного робітника. Під час залучення більшої кількості виконавців з метою скорочення тривалості обслуговування загальна нормативна трудомісткість ділилась між ними навпіл. Такий поділ не враховував неминучих простоїв робітників, які виникають унаслідок часових і просторових обмежень на виконання операцій.

Аналізу технологічної та виробничої структури технологічних процесів (ТП) капітального ремонту на технологічних лініях, а також ТП поточного ремонту на стаціонарних постах присвячено праці О. Д. Семковича [8; 12], О. В. Сидорчука [13], Р.Д. Кузьмінського [1; 2; 4], В. О. Тимочка [14; 15]. Водночас дослідження стосовно процесів ТО не виконувались.

Постановка завдання. Оскільки ефективність ТП технічного сервісу зумовлюється досягнутим рівнем відповідності між їх технологічною (регламентованим переліком операцій ТО) та виробничою (технічними засобами їх реалізації) структурами, важливо встановити залежності між параметрами та показниками ефективності ТП ТО тракторів ХТЗ для різних варіантів виробничих структур пунктів технічного обслуговування (ПТО).

Виклад основного матеріалу. В основу проведених досліджень покладено системний підхід [11], згідно з яким загальна річна кількість замовлень на ТО $W_{\text{ТО}}$ визначається площею зони обслуговування $S_{\text{ПТО}}$, наявною кількістю тракторів у зоні обслуговування $N_{\text{ПТО}}$ та їх напрацюванням $B_{\text{ПТО}}$ (рис. 1, а), яке для сільськогосподарської техніки має яскраво виражений сезонний характер. Оскільки потреба виконання ТО безпосередньо пов'язана з напрацюванням тракторів, тому й вхідний потік замовлень на ТО має яскраво виражений сезонний характер, із зростанням інтенсивності надходжень у періоди весняно-літніх й осінніх польових робіт (рис. 1, б), коли інтенсивність використання техніки є найвищою. Окрім сезонних, мають місце також коливання добової партії δ замовлень на ТО з відомою залежністю математичного сподівання $M[\delta]$ й коефіцієнта варіації добової партії замовлень $v[\delta]$ від річної програми ПТО $W_{\text{ТО}}$ (рис. 1).

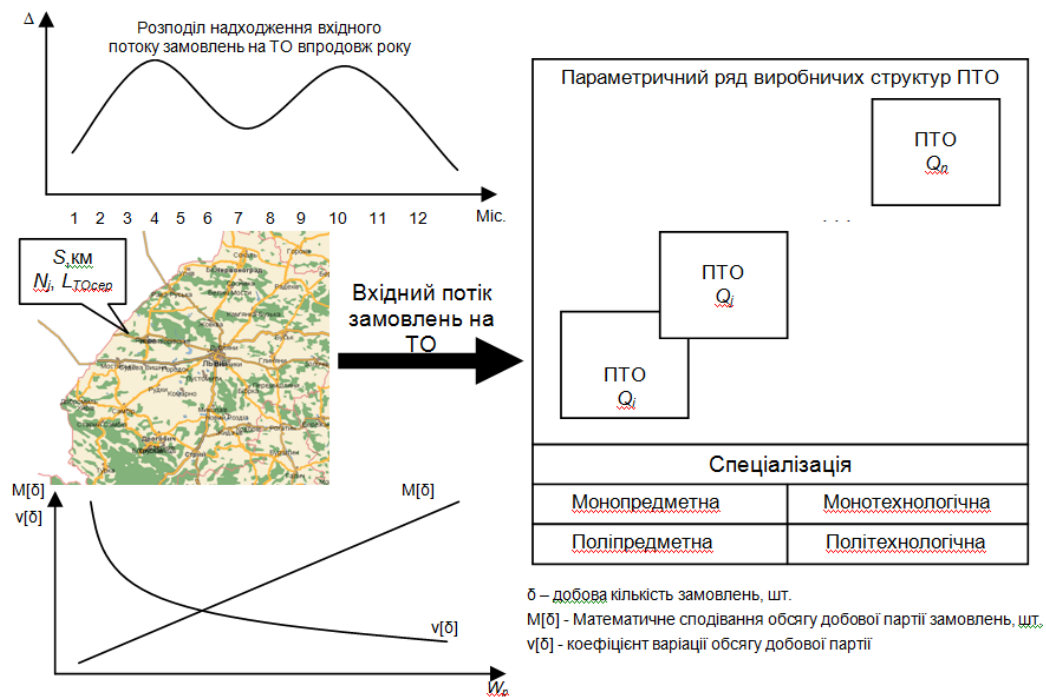


Рис. 1. Системні засади дослідження.

Виробнича структура ПТО також залежить від спеціалізації (функціонального призначення), яка може бути моно- чи поліпредметною (за об'єктом обслуговування) та моно- чи політехнічною (за видом ТО). Спеціалізація ПТО обґрунтовується на підставі аналізу організаційно-технологічної сумісності різних ТП у спільному потоці [3; 5].

Визначення ефективної виробничої структури ПТО можливе лише на підставі аналізу залежностей між параметрами (кількістю робітників u , обладнання різних типів K_r , постів $K_p = f$) і показниками ефективності (тривалістю $T_{ТП}$, коефіцієнтами використання фондів робочого часу працівників η_u , обладнання різних типів η_r і постів η_p) ТП ТО.

З метою визначення таких залежностей розроблена методика моделювання процесів ТО, яка передбачає такі етапи:

1) визначення максимальної кількості робочих зон з урахуванням антропометричних даних працівників, а також особливостей конструкції трактора;

2) побудова невпорядкованої моделі ТП. Основним призначенням невпорядкованої моделі ТП є визначення переліку операцій ТО та можливої черговості їх виконання. Невпорядкована модель ТП – це зважений орієнтований граф $G_{ТП}$ ($X_{ТП}$, $Y_{ТП}$), множина вершин $X_{ТП}$ якого символізує

операції, а множина ребер $Y_{ТП}$ вказує на характер орієнтуючих (на застосування обладнання певного типу і належність до певної робочої зони об'єкта обслуговування) та часових (залежні й незалежні) зв'язків операціями;

3) впорядкування моделі ТП – побудову розкладів виконання операцій робітниками на постах з використанням необхідного обладнання. Впорядкування моделі ТП здійснювали методом «адресації» – шляхом розподілу усіх операцій ТО між заданою кількістю робітників u для відомої кількості обладнання різних типів K_r на робочих місцях заданої кількості постів K_p з урахуванням часових і орієнтувальних зв'язків. Результатом впорядкування є взаємозалежні розклади виконання операцій робітниками S_u , роботи обладнання S_r та постів S_f , які визначають для кожної операції місце її виконання, час початку та завершення, а для кожного робітника, кожного поста та кожної одиниці обладнання – множину операцій, які виконуються;

4) розрахунок за результатами побудови взаємозалежних розкладів праці робітників S_u , роботи обладнання S_r та постів S_f параметрів і показників ефективності ТП. Постом вважали елемент виробничої структури, де у визначений проміжок часу над одним об'єктом виконуються операції ТО. Таким чином, на одному посту може бути одне або декілька робочих місць, однак завжди знаходиться лише один трактор, а кількість постів відповідає фронту робіт f – кількості тракторів, що одночасно перебувають у процесі ТО;

5) синтез параметричного ряду виробничих структур ПТО різної продуктивності, однак заданої спеціалізації;

6) обґрунтування спеціалізації ПТО за результатами дослідження організаційно-технологічної сумісності різних ТП ТО в спільному потоці.

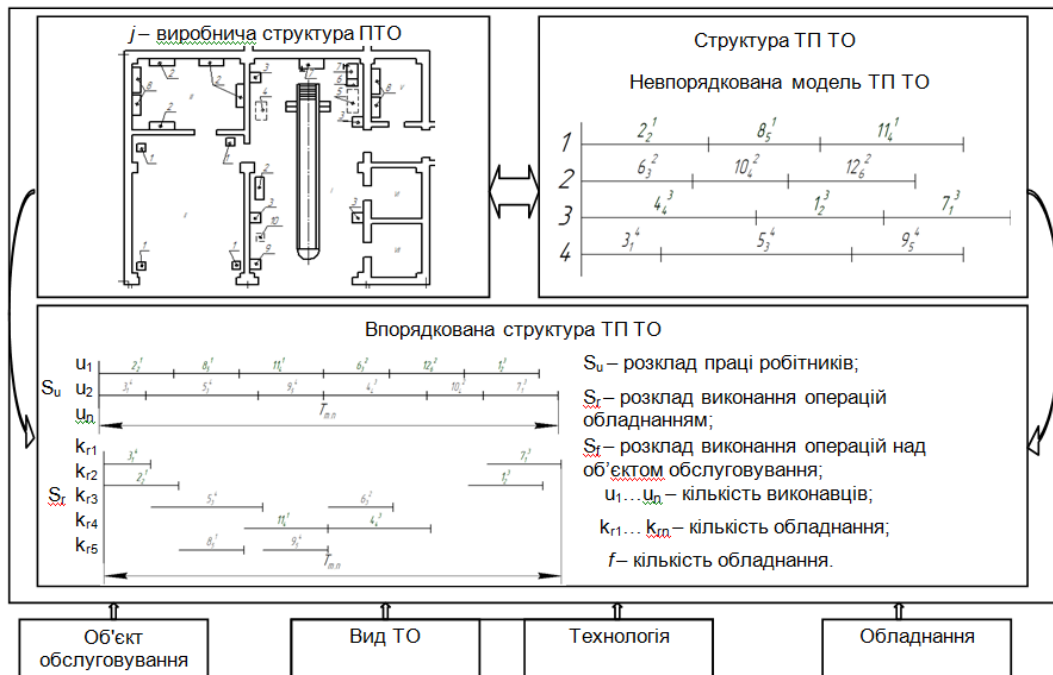


Рис. 2. Положення становлення структури ТП ТО та виробничої структури ПТО.

За результатами побудови розкладів S_u , S_r та S_f для кожного варіанта виробничої структури визначали показники ефективності, а саме:

- 1) тривалість технологічного процесу $T_{ТП}$ як інтервал часу від початку і до закінчення всіх 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 фонду 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.

Тривалості виконання операцій визначали методами нормування [9].

З урахуванням антропологічних даних робітників та на підставі аналізу конструкції трактора ХТЗ-16131 [7] сформовано одинадцять робочих зон [13] так, що суміжні робочі зони не перекриваються (рис. 3).

Робоча зона – це частина простору навколо об'єкта обслуговування, де одночасно операції може виконувати лише один працівник. Для цього було означено умовні межі кожної робочої зони [8].

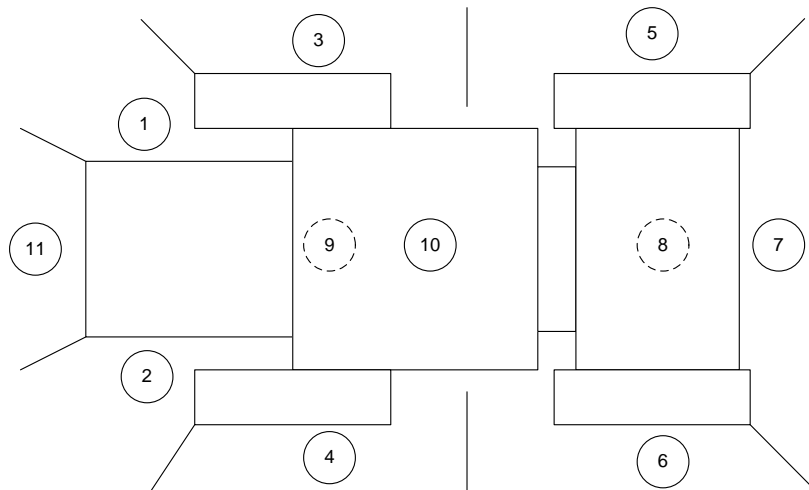


Рис. 3. Схема розміщення робочих зон у технологічному процесі ТО тракторів ХТЗ – 16131

①, ②, ..., ⑪

- робочі зони.

Для побудови розкладів виконання операцій використовували евристичний алгоритм. Адресацію операцій здійснювали з дотриманням орієнтуючих та без порушення часових зв'язків, що задані невпорядкованою моделлю ТП, а також з урахуванням того, що в одній робочій зоні одночасно може виконувати операції лише один робітник, а тому операції однієї робочої зони у впорядкованій моделі можуть виконуватись тільки послідовно. Критерієм ефективності алгоритму була мінімізація тривалості технологічного процесу $T_{ТП}$ для заданого варіанта виробничої структури (кількості постів K_p і обладнання різних типів K_r) та прийнятої кількості виконавців u . Кількість працівників змінювали від $u = 1$ особа до $u = u_{\max}$.

Значення u_{\max} обмежується кількістю робочих зон або ж стабілізацією тривалості процесу.

За результатами моделювання встановлено залежності показників ефективності ТП ТО №1, №2 і №3 тракторів ХТЗ – 16131 на одному посту від кількості працівників u для різної кількості обладнання K_r (рис. 4-6).

Як бачимо (див. рис. 4), за рахунок зростання кількості працівників від $u = 1$ особа до $u = 6$ чол. можна зменшити тривалість ТП ТО №3 майже в 4,5 раза. Збільшення кількості струменевих мийних машин також уможлиблює певне скорочення тривалості ТП, однак зростання кількості обладнання набагато менше впливає на значення $T_{\text{Т.П}}$, ніж збільшення кількості працівників u . Водночас можна відзначити спільну закономірність – залучення щораз більшої кількості працівників u та використання щораз більшої кількості обладнання K_r уможлиблює все менше скорочення тривалості ТП ТО №3.

Зростання кількості працівників u зменшує значення коефіцієнтів використання фондів їх робочого часу η_u , а збільшення кількості мийних машин K_r , навпаки – дещо підвищує значення η_u (див. рис. 5). Встановлена важлива закономірність – залучення щораз більшої кількості виконавців все суттєвіше зменшує значення η_u , а залучення додаткової кількості обладнання (мийних машин) все менше ці значення підвищує.

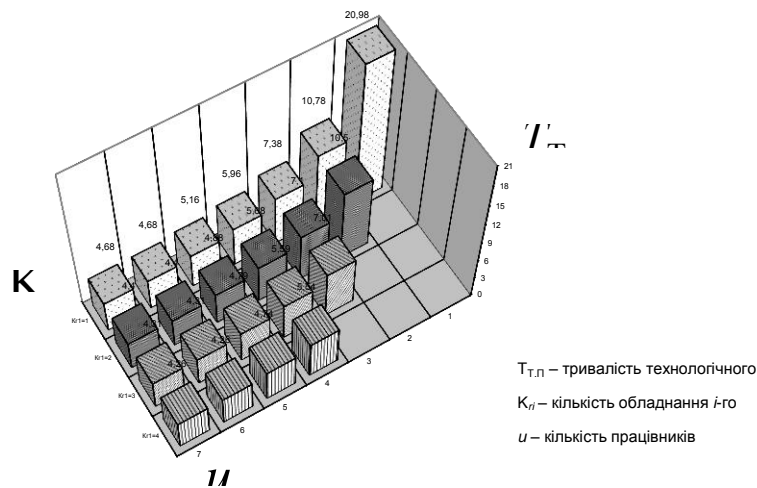


Рис. 3. Залежність тривалості ТП ТО №3* (періодичність 2000 мото-годин) трактора ХТЗ-16131 від кількості працівників u та струменевих мийних машин K_{r1} .

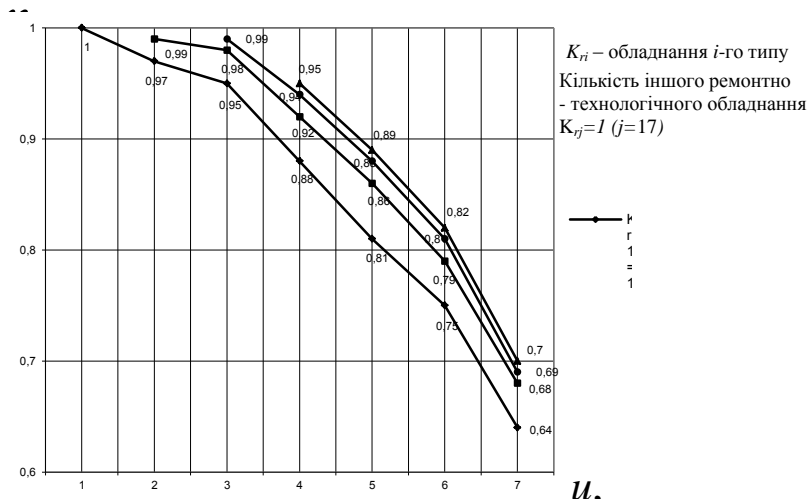


Рис. 4. Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників η_u від їх кількості u та кількості K_{r1} струменевих мийних машин для технологічного процесу ТО №3* трактора ХТЗ – 16131 (періодичність 2000 мото-годин).

Збільшення кількості мийних машин K_r зменшує значення коефіцієнтів використання фондів їх робочого часу η_r , а збільшення кількості працівників u , навпаки – дещо підвищує значення η_r (див. рис. 6). Залучення щораз більшої кількості обладнання все суттєвіше зменшує значення η_r , а залучення додаткових працівників все менше ці значення підвищує.

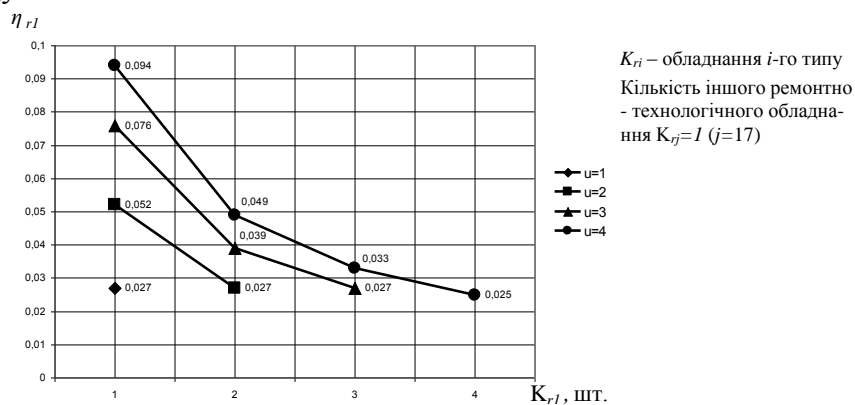


Рис. 5. Залежності використання фондів робочого часу струменевих мийних машин η_{r1} від їх кількості K_{r1} для різної чисельності працівників u для ТП ТО №3* (періодичність 2000 мото-годин) трактора ХТЗ-16131.

Таким чином, отримані залежності підтверджують положення [6] про взаємозалежність між різними параметрами ТП, а також між різними показниками ефективності ТП в задачах оптимального проектування виробничих систем технічного сервісу.

Висновки. 1. Чинна методика інженерного розрахунку пунктів технічного обслуговування тракторів не орієнтована на фірмовий технічний сервіс і не повною мірою враховує структурні особливості технологічних процесів, а тому потребує суттєвого удосконалення. 2. На підставі загальних положень дослідження процесів технічного сервісу розроблена часткова методика розрахунку параметрів та показників ефективності технологічних процесів технічного обслуговування на основі їх моделювання з використанням теорії графів і розкладів, яка уможливує урахування структурних особливостей ТП ТО – обмежень на черговість виконання операцій, розміщення робочих зон об'єкта обслуговування. 3. З використанням розробленої методики встановлено залежності між параметрами і показниками ефективності ТП ТО монопредметної (для тракторів ХТЗ-16131) та монотехнологічної (відповідно процеси ТО №1, №2, №3 і №3*) спеціалізації, які є підставою для формування параметричних рядів виробничих структур пунктів технічного обслуговування різної продуктивності.

Бібліографічний список

6. Кузьмінський Р. Структура, параметри та ефективність технологічних процесів ремонту / Р. Кузьмінський // Вісник Львівського державного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – 2005. – № 9. – С. 50–60.

4. Кузьмінський Р. Параметри та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах / Р. Кузьмінський, Р. Барабаш // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – 2006. – № 10. – С. 66–73.

1. Кузьмінський Р. Д. Алгоритм проектування технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах / Р. Д. Кузьмінський, О. Р. Соколовський // Збірник наукових статей ЛНТУ : Сільськогосподарські машини. Вип. 21, т. 1. – Луцьк, 2011. – С. 228 – 235.

2. Кузьмінський Р. Д. Визначення показників ефективності технологічних процесів, які виконують на стаціонарних постах / Р. Д. Кузьмінський, О. Р. Соколовський // Вісник ХНТУ ім. П. Василенка : Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Вип. 110. – Харків, 2011. – С. 36 – 42.

3. Кузьмінський Р. Д. Організаційно-технологічна сумісність процесів ремонту різних об'єктів у спільному потоці / Р. Д. Кузьмінський // Надійність і ремонт машин у сільському господарстві : зб. наук. пр. – Львів : Львів. держ. с.-г. ін-т, 1992. – С. 17 – 29.

5. Кузьмінський Р. Д. Система показників організаційно-технологічної сумісності процесів ремонту / Р. Д. Кузьмінський // Надійність і ремонт машин у сільському господарстві : зб. наук. пр. – Львів : Львів. держ. с.-г. ін-т, 1992. – С. 29 – 40.

7. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию, 151К.00.000-08 ИЭ, Трактор Т-151К / Харьковский тракторный завод ; под ред. гл. конструктора С. Л. Абдулы. – Харьков, 1991. – 343 с.

9. Методика розробки та типові норми часу на технічне обслуговування тракторів / [В. В. Вітвіцький, М. С. Лосина, М. С. Гулька та ін.]. – К. : НДІ "Укراгропромпродуктивність", 2005. – 219 с.

10. Організаційні форми технічного сервісу та прогноз їх розвитку в ринкових умовах господарювання в агропромисловому комплексі України : рекомендації / [М. В. Молодик, А. М. Моргун, Л. І. Шаповал та ін.]. – К. : ННЦ «ІМЕСГ», 2001. – 170 с.

11. Семкович А. Д. Система ремонта сельскохозяйственной техники / А. Д. Семкович. – Львов : Вища шк., 1983. – 172 с.

12. Семкович О. Д., Узагальнений алгоритм моделювання ремонтно-технологічних процесів розбирання та складання О. Д. Семкович, Р. Д. Кузьмінський // Моделирование процессов и технологического оборудования в сельском хозяйстве : материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. (17-19 августа 1994 г.). – Мелітополь : ТДАТА, 1994. – Т. 4. – С. 48 – 51.

8. Методика моделювання на ЕОМ технологічного процесу поточного ремонту двигуна / Семкович О. Д., Кузьмінський Р. Д., Флис І. М. [та ін.]. Підвищення організаційно-технологічного рівня ремонтно-відновних процесів в АПК регіону : зб. наук. пр. – Львів : Львів. с.-г. ін-т, 1990. – С. 15 – 26.

13. Сидорчук О. В. Наукові основи інженерного менеджменту технічного сервісу рільництва : монографія / Сенчук С. Р., Кухарук О. В., Львів : Львів. ДАУ, 2001. – 172 с.

14. Тимочко В. О. Ефективні виробничі структури дільниць поточного ремонту тракторів класів 0,9 і 1,4 : дис. ... канд. техн. наук / В. О. Тимочко – Львів, 1994. – 241 с.

15. Тимочко В. О. Визначення тривалості демонтажу-монтажу двигуна трактора МТЗ-80 у випадку неустановленої кількості виконавців, залучених до процесу / В. О. Темочко // Надійність і ремонт машин в

сільському господарстві : зб. наук. пр. – Львів : Львів. с.-г. ін-т, 1992. – С. 88–92.

Sydorchuk A., Kuz'minskii R., Barabash R., Mykhalyuk M. Background production of a maintenance HTZ.

As a technological structure of process is determined by a production the parameters of which change discretely and on the certain interval of the productivity remain unchanging, de autre part the annual program tests quantitative and high-quality changes in continue set time then it is possible to define such production structure which will be most effective taking into account the quantitative and high-quality changes of the annual program.

Keywords: tractors, technical service, technological processes, structure.

Сидорчук О., Кузьминский Р., Барабаш Р., Михалюк М. Обоснова-ние производственной структуры пунктов технического обслуживания тракторов ХТЗ.

Поскольку технологическая структура процесса определяется производственной, параметры которой изменяются дискретно, то на определенном интервале производительности остаются неизменными, с другой стороны годовая программа испытывает количественных и качественных изменений в течение определенного времени то можно определить такую производственную структуру, которая будет наиболее эффективной с учетом количественных и качественных изменений годовой программы.

Ключевые слова: тракторы, техническое обслуживание, технологические процессы, структура.